



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

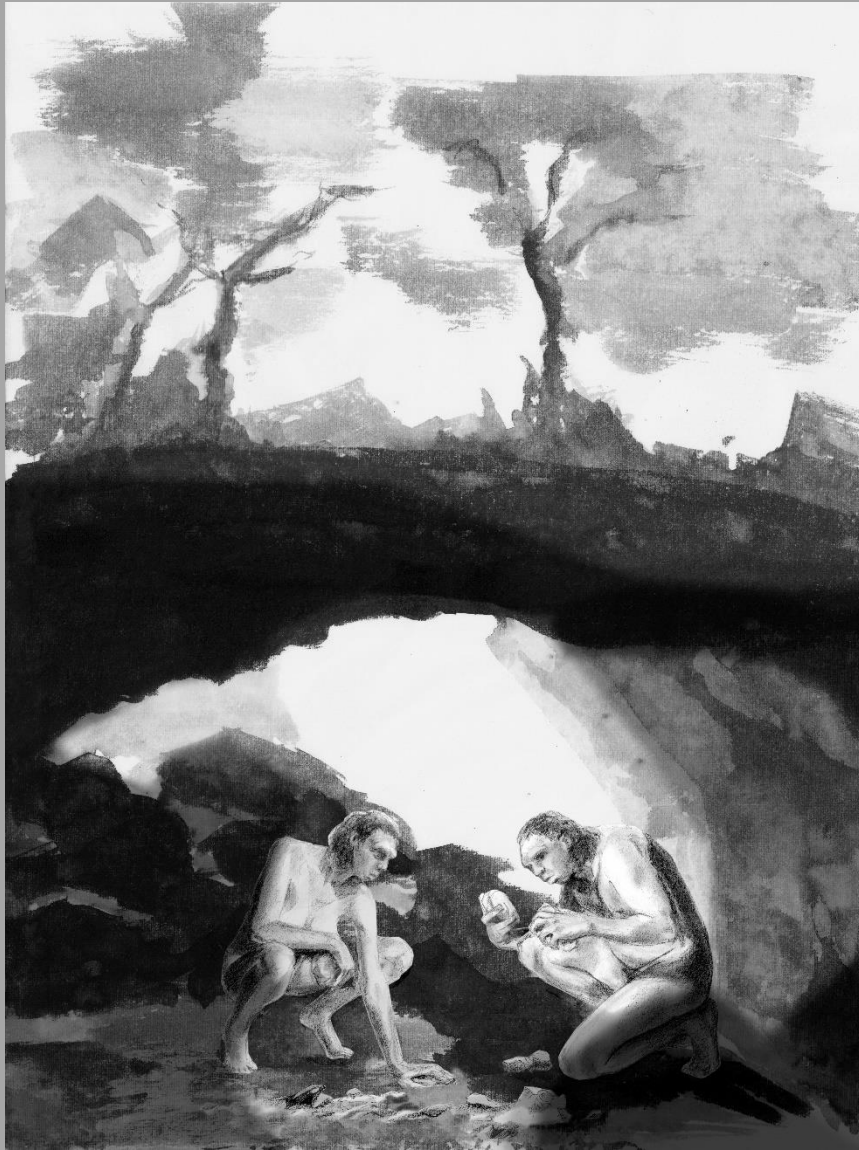
ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.

Reducción y gestión volumétrica: aproximación a la variabilidad y evolución de las dinámicas de explotación durante el Pleistoceno inferior y medio europeo, a través de los conjuntos de Gran Dolina y Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos) y de El Barranc de la Boella (La Canonja, Tarragona)

Diego Lombao Vázquez



TESIS DOCTORAL



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

2021

Diego Lombao Vázquez

**Reducción y gestión volumétrica: aproximación a la variabilidad y
evolución de las dinámicas de explotación durante el Pleistoceno
inferior y medio europeo,
a través de los conjuntos de Gran Dolina y Galería (Sierra de
Atapuerca, Burgos) y de El Barranc de la Boella (La Canonja,
Tarragona)**

TESIS DOCTORAL

Dirigida por

Dra. Marina Mosquera Martínez

Dr. Juan Ignacio Morales Hidalgo



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Departament d'Història i Història de l'Art

Tarragona

2021

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez



HAGO CONSTAR que el presente trabajo, titulado “Reducción y gestión volumétrica: aproximación a la variabilidad y evolución de las dinámicas de explotación durante el Pleistoceno inferior y medio europeo, a través de los conjuntos de Gran Dolina y Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos) y de El Barranc de la Boella (La Canonja, Tarragona)”, que presenta Diego Lombao Vázquez para la obtención del título de Doctor, ha sido realizado bajo mi dirección en el Departamento de Historia e Historia del Arte de esta universidad.

I STATE that the present study, entitled “Reducción y gestión volumétrica: aproximación a la variabilidad y evolución de las dinámicas de explotación durante el Pleistoceno inferior y medio europeo, a través de los conjuntos de Gran Dolina y Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos) y de El Barranc de la Boella (La Canonja, Tarragona)”, presented by Diego Lombao Vázquez for the award of the degree of Doctor, has been carried out under my supervision at the Department of History and History of Art of this university.

Tarragona, 2 de noviembre de 2021

Los directores de la tesis doctoral

Doctoral Thesis Supervisors

Dra. Marina Mosquera Martínez

Dr. Juan Ignacio Morales Hidalgo

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

A mi familia,

En especial a mis padres,

Olga y Gerardo

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

Agradecimientos

La realización de esta Tesis Doctoral no habría sido posible sin el soporte económico del programa de formación de investigadores FI-DGR (2018 FI_B 00364 - 2019 FI_B1 00218 - 2020 FI_B2 00164) de *L'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca* de la Generalitat de Catalunya y del Fondo Social Europeo (AGAUR/FSE).

De igual forma, quisiera agradecer su colaboración a los siguientes proyectos de investigación, sin los cuales dicho trabajo no sería posible:

- PGC2018-093925-B-C32 - Eco-Social behaviour of the Sierra de Atapuerca Hominins during Quaternary, V IP: Dr E. Carbonell, Dra. M. Mosquera.
- 2017 SGR 1040 – Social, cultural and biological Evolution during the Pleistocene (StEP). IP: Dr. Andreu Ollé.
- CLT009/18/00053. Evolució paleoambiental i poblament prehistòric a les conques dels rius Francolí, Gaià, Siurana i rieres del Camp de Tarragona (2018-2021). IP: Dr. Josep Maria Vergès.

Me gustaría agradecer a los miembros del tribunal por acceder a evaluar la presente Tesis Doctoral.

Durante el tiempo de realización de la tesis tuve la fortuna de contar con la dirección de dos grandes investigadores y maestros, Marina Mosquera y Juan I. Morales, que han sabido guiarme dándome la libertad para explorar los senderos de la reducción, pero con el salvavidas listo para ayudarme a escapar del laberinto siempre que me he perdido. A Marina, muchas gracias por tu confianza, tus consejos, tu plena disposición a ayudarme y por tu forma de entender la tecnología. A Juanin, te tengo que agradecer muchas cosas: gracias por todo lo que me has enseñado (de Kruskal-Wallis a la distribución Weibull, de Past a R...), por tu punto de vista crítico, por tu paciencia... pero me gustaría darte las gracias especialmente por tu implicación y por estar siempre dispuesto a ayudarme, incluso antes de ser mi codirector, que evidencia que no sólo eres un gran investigador, sino un gran amigo.

Agradecer de igual modo al British Museum, institución en donde desarrollé mi estancia internacional y especialmente al *Department of Britain, Prehistory and Europe*, gracias a Nick Ashton, a Paola García-Medrano y Anne-Lyse Ravon, por vuestra plena disponibilidad, atención y amabilidad. De igual modo, gracias a Paola, Elías y Leonor por hacer más llevadero el *english corner* perpetuo durante esos tres meses.

Esta Tesis Doctoral no se hubiera podido materializar sin el trabajo realizado tanto por los compañeros del Equipo de Investigación de Atapuerca como los de El Barranc de la Boella. Quiero agradecer a Eudald Carbonell y a Marina Mosquera por permitirme estudiar los materiales de Gran Dolina y Galería. Me gustaría dar las gracias a Josep Vallverdú y a Palmira Saladié por concederme el acceso para estudiar los conjuntos de El Barranc de la Boella, y a Pep y a Palmi, esta vez en calidad de amigos, no sólo por vuestra predisposición a ayudarme siempre que lo he necesitado, sino especialmente por vuestro apoyo, cariño y consejos.

También quiero agradecer el trabajo realizado por todos los participantes en dichas excavaciones, ya que esta tesis ha sido posible gracias a su dedicación, tiempo y trabajo.

Del mismo modo, es obligatorio agradecer al Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH) y a Joseba Rios por facilitarme el acceso a los materiales de Atapuerca que allí se custodian. Igualmente, agradecer al Museo Provincial de Burgos y a Dña. Marta Negro por permitirme la consulta de los materiales de Atapuerca ahí depositados. Agradecer también a Marcos García Díez y a María Isabel Sarró Moreno por vuestra hospitalidad al acogerme en vuestra casa en Burgos.

Quiero dar las gracias al IPHES y a la URV por todas las facilidades dadas durante este período, y especialmente a mis compañeros del IPHES. Quiero agradecer a Andreu, por tu predisposición a ayudarme siempre que lo he requerido, ya sea yendo a buscar materia prima para las experimentales o buscando una foto de archivo de un núcleo de 1987. A Gemma por las revisiones y por todas las conversaciones y apoyo. A Lucía, por tu ayuda con los moldes. A Antonio porque siempre se aprenden cosas en cualquier conversación contigo. A Rosa por los ánimos, risas y consejos. Agradecer a Toni por tu ayuda en la revisión de los textos de la Boella y por resolver muchas de mis dudas burocráticas. Y a Edgar por ponerme mil facilidades siempre que te he mareado buscando piezas sueltas por colecciones. A Andión por las revisiones eternas de la base de datos de TD10.2. A Miquel Guardiola por esas conversaciones sobre tecnología tan interesantes y tus ánimos. A María Guillén por esas fotos de última hora para cerrar la tesis.

En esta lista no podían faltar la UCO mapache y las nuevas y (no tan) nuevas generaciones: Irene, Raquel, Jose, Arturo, Juan, Gala, Lois, Paula, Miguel Ángel, Andrea, Aitor, Mónica, John, Effie, Cris, Miguel, Marta Yustos, Júlia, Mario, Antonia, Ana Fagoaga, Chiara, Pam, ... y a Noé. Gracias por los buenos momentos (ripoters, heavy y demás), por vuestros ánimos y por hacer de la rutina una montaña rusa de risas y tonterías.

A Jose, que te mereces una mención especial por aguantar toda la turra que te he dado durante estos años, siempre dispuesto a escucharme y además aportando muy buenas ideas y consejos, muchas ideas de esta tesis también son tuyas.

A Raquel, por todas las risas y locuras compartidas, y por escucharme siempre. Aunque ya sabes, te dejo el relevo, tic-tac.

A Arturo porque, aunque te hayas ido a Alemania, siempre he podido contar contigo para cualquier cosa que necesitase, gracias.

A Juan, Gala y Paula, quiero agradeceros vuestro apoyo durante todo este tiempo ya sea en forma de cafés, cervezas (tú Nesteas, Gala) o en cualquier circunstancia. A Marta, por ser la última persona con la que celebré el cumpleaños pre-covid, a toda mecha! A Miguel Ángel y a Noé por todas las tontunas, sin las cuales, sería todo más aburrido. A Júlia y Mario, por vuestros ánimos y las risas compartidas. También me gustaría dar las gracias a Antonietta, Ana Fagoaga y Chiara por estos meses veraniegos castigados en el IPHES, os toca pagar la factura de la luz. A Aitor (alias Mr. Robot) por tu habilidad ampliamente demostrada en estos últimos días para encontrar documentos por internet.

Me gustaría agradecer a María Soto por la t(r)esisTGNcia, que bajo esta palabra impronunciable se esconden todos tus consejos y ayuda que me has aportado durante este tiempo, a Elena, por las buenas Migas, y a Adrián Arroyo, por ser mi asesor burocrático-administrativo. Y a los tres por todo el apoyo y ayuda recibida, es una suerte ser vuestro amigui.

Me gustaría dar las gracias a Juanma, Ferrán y Marc por esas horas de música y vuestros ánimos.

A mis amigos de Santiago, a Miguel, a Xabi y a Comu, por estar ahí, justo ahí, en la otra punta de la península. Pero estar, que es lo más difícil.

A mis padres, Olga y Gerardo, por todo lo que me habéis enseñado y dado, por animarme a perseguir mis sueños, aunque eso suponga estar siempre muy lejos. Mai, gracias por ser un ejemplo en todos los aspectos. Pai, siento que no me haya dado tiempo para que pudieras leer estas líneas, pero me gustaría decirte que gracias por enseñarme que ser buena persona está por encima de todo lo demás. Abuela Nina, gracias por tu apoyo y cariño, y por guardar mis piedras. Y a mis hermanos, porque es un orgullo formar parte de los Lombao five: a Catu, porque eres una luchadora incansable y la mejor hermana mayor que uno puede tener, a Ana, por la fabulosa portada que eclipsa todo el texto que hay después y por escucharme siempre, a Alba, por ser mi referente y por entender lo que hago, mil gracias por tus consejos y ánimos, a Pablo, por ser mi científico de datos de confianza y por hacer siempre las cosas más fáciles. También a Cay, por inculcarme el interés en la arqueología y la prehistoria, a Martín por estar siempre dispuesto a ayudarme y a Noelia por tus ánimos y curiosidad. Diplodocus todos.

A mis sobrinos Menci, Nere y Fiu-fiu, porque más que ser yo un ejemplo para vosotros, sois vosotros un ejemplo para mí. A Mencía por hacer del mundo un lugar mejor, a Nerea porque eres la persona más valiente y fuerte que conozco y a Fiz (mi mini yo!) por que eres un solete que

iluminas los días más grises. Gracias por entender que tengo que estar lejos y recibirme siempre con la mejor sonrisa y el más cálido abrazo. De mayor quiero ser como vosotros. No cambiéis nunca.

No me quiero olvidar de todos los miembros cuadrúpedos de la familia: a Xouba, a Rixón, a Borralla, a Galleta, a Rosco, a Mía, gracias por hacer de mis incursiones a Galicia una rebelión en la granja. También a los que ya no están, a Noni, Loba y Maya. Por último, a Pumi (maldita gata de raza europea), por ser mi despertador durante este último año y por toda la compañía y cariño que das en forma de arañazos y mordiscos.

Y a Irene, por tu apoyo incondicional, por encontrar las palabras exactas y los gestos precisos para conseguir animarme en los días más oscuros, por quitar todas las piedras del camino, por tu generosidad, por estar siempre, por todo.

A todos,

Graciñas.

Resumen

El estudio de la variabilidad en las dinámicas de explotación es un tema fundamental en el campo de la evolución humana, ya que permite aproximarnos a las capacidades cognitivas y dinámicas conductuales de homínidos ya extintos. Sin embargo, estos estudios han estado tradicionalmente centrados en la identificación de métodos o estrategias de talla bien diferenciadas, especialmente del Paleolítico Medio, a raíz del desarrollo teórico y aplicación empírica del concepto de la cadena operativa en la disciplina de la tecnología lítica. De esta manera, las estrategias de talla en el Paleolítico Inferior, especialmente en los conjuntos del subcontinente europeo, quedaron inicialmente relegadas a un segundo plano. Esta tendencia ha ido cambiando a medida que se ha ampliado el número de conjuntos arqueológicos documentados, y, por tanto, la información relativa a las ocupaciones humanas del Pleistoceno inferior y medio europeo, lo que ha permitido dibujar un escenario complejo a través de procesos demográficos también complejos.

Por estos motivos, el objetivo principal de esta Tesis Doctoral es el estudio de la variabilidad y la evolución diacrónica en las estrategias de talla durante el Pleistoceno inferior y medio del subcontinente europeo, a través del análisis de los conjuntos de núcleos y grandes configurados sobre canto, procedentes de los yacimientos de Gran Dolina y Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos) y de las localidades de La Mina, El Forn y Cala 1 de El Barranc de la Boella (La Canonja, Tarragona).

Entendiendo la tecnología lítica como un comportamiento adaptativo, la organización de los sistemas tecnológicos no sólo evidencia el propio comportamiento técnico implícito en cada estructura tecnológica, sino que supone una manifestación de la organización estructural de los sistemas económicos de los grupos humanos, por lo que en este trabajo se realiza una aproximación a esta problemática desde dos perspectivas: las estrategias de talla y la reducción.

Con respecto al análisis tecnológico, ha sido necesario definir un marco metodológico -la definición de una serie de estructuras volumétricas- que permitiese la comparación objetiva de diferentes conjuntos, cuyos sistemas tecnológicos abarcan más de medio millón de años. Además, esta aproximación se ha realizado con el objetivo de superar tanto la asunción del carácter lineal de la explotación, como la equivalencia entre estructura volumétrica y método de talla. A través de las estructuras volumétricas se ha reconstruido el campo operativo de cada conjunto analizado. Esta reconstrucción se ha realizado considerando la información relativa al grado de reducción de cada núcleo de forma individual.

En lo referido al análisis de reducción, para la realización del presente trabajo ha sido necesario evaluar en primer lugar la adecuación a nuestros objetivos de las aproximaciones metodológicas

existentes en la literatura y, en segundo lugar, el desarrollo de nuevas herramientas analíticas que permitiesen cuantificar este aspecto en una escala absoluta continua. Los resultados de estos trabajos, con un componente marcadamente metodológico, se presentan en forma de artículo. Lo mismo sucede con la primera aplicación de esta aproximación al conjunto de TD6.2. Los resultados obtenidos del resto de conjuntos estudiados se presentan de forma estadísticamente estandarizada, siguiendo a grandes rasgos la estructura planteada en las publicaciones.

A través de esta doble perspectiva, novedosa en los estudios tecnológicos para estas cronologías y región geográfica, se ha podido no sólo interpretar e inferir algunas de las conductas tecnológicas reflejadas en cada conjunto -o evidenciar cambios en las dinámicas de explotación en los conjuntos estudiados-, sino también evaluar el papel de factores externos, como la disponibilidad y características de la materia prima, e internos, como la funcionalidad del yacimiento y las modalidades de ocupación, en la variabilidad de las estrategias de explotación.

De este modo, las estrategias de talla, caracterizadas por una adaptación constante a las constricciones de las materias primas y a las circunstancias de cada contexto de talla en TD6.2, van reflejando progresivamente una gestión volumétrica más efectiva e independiente de las características de las materias primas en los conjuntos de El Barranc de la Boella y en las secuencias de Gran Dolina TD10 y Galería.

Los resultados obtenidos se discuten en un marco regional más amplio que abarca el subcontinente europeo, pero también abordando la variabilidad sincrónica y diacrónica, lo que ha permitido integrar la información relativa a las dinámicas de explotación, en función de las problemáticas específicas de cada contexto cronológico. De esta manera, se ofrece una visión más completa de la variabilidad en las dinámicas de explotación y de los procesos de cambio tecnológico. Igualmente, se discute sobre la evolución de la incidencia de las diferentes estructuras tecnológicas en la propia gestión económica, reflejada a través de las dinámicas de descarte mediante las distribuciones Weibull.

En resumen, la presente Tesis Doctoral muestra la utilidad de este tipo de aproximaciones para el estudio de los cambios comportamentales y supone un primer paso en la construcción de un nuevo marco referencial para el estudio tecnológico, a través del análisis de la reducción en núcleos de conjuntos del Pleistoceno inferior y medio.

Abstract

The study of knapping strategies variability is a fundamental topic in the field of human evolution, as it allows us to approach the cognitive capacities and behavioural dynamics of extinct hominins. However, these studies have traditionally focused on the identification of distinct knapping methods or strategies, especially in the Middle Palaeolithic, following the theoretical development and empirical application of the concept of the *chaîne opératoire* to the discipline of lithic technology. Thus, knapping strategies in the Lower Palaeolithic, especially in assemblages from the European subcontinent, were initially relegated to the background. This trend has been changing, as the number of documented archaeological assemblages has increased, expanding the available information about human occupations in the Early and Middle Pleistocene of Europe, which has made it possible to draw a complex scenario through even more complex demographic processes.

For these reasons, the main objective of this Doctoral Thesis is the study of the variability and diachronic evolution of knapping strategies during the Early and Middle Pleistocene of the European subcontinent, through the analysis of cores and large cutting tools on cobbles from the sites of Gran Dolina and Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos) and from the localities of La Mina, El Forn and Cala 1 of El Barranc de la Boella (La Canonja, Tarragona).

Understanding lithic technology as an adaptive behaviour, the organisation of the technological systems is not only evidence of the implicit behaviour in each technological structure, but also a manifestation of the human groups economic systems. Therefore, in this work we approach this problem from two perspectives: knapping strategies and reduction.

With respect to the technological analysis, it has been necessary to define a methodological framework -the definition of a series of volumetric structures- that would allow the objective comparison of different assemblages whose technological systems span more than half a million years. Furthermore, this approach has been carried out with the aim of overcoming both the assumption of the linear nature of exploitation and the equivalence between volumetric structure and knapping method. Through the volumetric structures, the operatory field of each analysed assemblage has been reconstructed. This reconstruction has been carried out considering the information related to the degree of reduction of each core individually.

Regarding the analysis of reduction, to carry out this work it has been necessary to evaluate, firstly, the suitability of the pre-existing methodological approaches and, secondly, the development of new analytical tools that would allow us to quantify this aspect on a continuous absolute scale. The results of this work, with a strong methodological component, are presented

in the form of an article. The same applies to the first application of this approach to the TD6.2 set. The results obtained for the rest of the studied sets are presented in a statistically standardised form, broadly following the structure proposed in the publications.

Through this double perspective, which constitutes a novelty in technological studies for these chronologies and geographical region, it has been possible not only to interpret and infer some of the technological behaviours reflected in each assemblage -or to evidence changes in the exploitation dynamics in the assemblages studied-, but also to evaluate the role of external factors, such as the availability and characteristics of the raw material, and internal factors, such as the functionality of the site and the modes of occupation, in the variability of the exploitation strategies.

Thus, knapping strategies, characterised in TD6.2 by a constant adaptation to raw material constrains and the circumstances of each knapping context, progressively reflect a more effective volumetric management, regardless of raw material characteristics, in El Barranc de la Boella assemblages and in the Gran Dolina TD10 and Galería sequences.

The results obtained are discussed within a broader regional framework, covering the European subcontinent, but also addressing synchronic and diachronic variability. This has allowed us to integrate information on exploitation dynamics according to the specific problems of each chronological context. In this way, a more complete vision of the variability on the exploitation dynamics and the processes of technological change is offered. It also discusses the evolution of the incidence of the different technological structures on economic management itself, reflected through the dynamics of discarding by means of Weibull distributions.

In summary, this Doctoral Thesis shows the usefulness of this type of approach on the study of behavioural changes, and represents a first step in the construction of a new referential framework for technological studies, through the analysis of reduction in cores from Early and Middle Pleistocene assemblages.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

ÍNDICE

Agradecimientos	I
Resumen.....	V
Abstract	VII
ÍNDICE.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 Estructura de la tesis	5
1.2 Estado de la cuestión y problemática	9
1.2.1 La variabilidad tecnológica y su interpretación.....	9
1.2.2 Proxies de reducción	15
1.3 Contexto: Las primeras ocupaciones en Europa	17
1.1 Objetivos	25
2. MATERIALES	27
2.1 El Barranc de la Boella.....	27
2.1.1 Situación geográfica y contexto geológico.....	27
2.1.2 Historia y desarrollo de las intervenciones	28
2.1.3 Secuencia estratigráfica	30
2.1.4 Yacimientos arqueológicos.....	32
2.1.4.1 Cala 1.....	32
2.1.4.2 La Mina	37
2.1.4.3 El Forn.....	41
2.1.5 Contexto paleoecológico.....	44
2.2 Sierra de Atapuerca.....	47
2.2.1 Situación geográfica	47
2.2.2 Contexto geológico.....	48
2.2.3 Historia y desarrollo de las investigaciones	50
2.2.4 Yacimientos arqueológicos.....	53
2.2.4.1 Gran Dolina.....	53
2.2.4.2 El Complejo Galería	67
2.2.5 Contexto litológico	75
3. METODOLOGÍA.....	81
3.1 Aproximación a la reducción	81
3.1.1 Arqueología experimental.....	81
3.1.2 Proxies de reducción	82
3.1.2.1 Proporción de córtex.....	82

3.1.2.2	Scar Density Index	82
3.1.2.3	Volumetric Reconstruction Method.....	82
3.2	Aproximación a la variabilidad tecnológica.....	83
3.2.1	Análisis tecnológico de núcleos (BNE).....	83
3.2.1.1	Nivel General.....	84
3.2.1.2	Nivel Elemental	89
3.2.2	Análisis tecnológico de grandes configurados sobre canto (BN1GC)	93
3.3	Procedimientos y análisis estadísticos	93
3.3.1	Escaneo y reconstrucción 3D	93
3.3.2	<i>Open Data</i>	94
3.3.3	Análisis estadístico	95
4.	RESULTADOS	99
4.1	Experimentales.....	99
4.1.1	The effects of blank size and knapping strategy on the estimation of core's reduction intensity.	99
4.1.1.1	Introduction.....	99
4.1.1.2	Background.....	101
4.1.1.3	Materials & Methods	102
4.1.1.4	Results	105
4.1.1.5	Discussion & Conclusion.....	115
4.1.1.6	References.....	120
4.1.2	A new approach to measure reduction intensity on cores and tools on cobbles: The Volumetric Reconstruction Method.....	125
4.1.2.1	1 Introduction.....	125
4.1.2.2	2 Methods	128
4.1.2.3	3 Results	137
4.1.2.4	4 Discussion and Conclusions.....	145
4.1.2.5	References.....	149
4.2	Arqueológicos.....	153
4.2.1	The technological behaviours of <i>Homo antecessor</i> : core management and reduction intensity at Gran Dolina-TD6.2 (Atapuerca, Spain)	153
4.2.1.1	Introduction.....	153
4.2.1.2	Materials and methods	155
4.2.1.3	Methods	158
4.2.1.4	Results	161
4.2.1.5	Discussion and Conclusions.....	173
4.2.1.6	References.....	178

4.2.2	El Barranc de la Boella.....	187
4.2.2.1	Cala 1.....	187
4.2.2.2	La Mina.....	204
4.2.2.3	El Forn.....	218
4.2.2.4	Sumario resultados El Barranc de la Boella.....	231
4.2.3	Gran Dolina TD10.....	235
4.2.3.1	Gran Dolina TD10.4.....	235
4.2.3.2	Gran Dolina TD10.3.....	251
4.2.3.3	Gran Dolina TD10.2.....	268
4.2.3.4	Gran Dolina TD10.2.2.....	298
4.2.3.5	Gran Dolina TD10.1.....	300
4.2.3.6	Sumario resultados Gran Dolina TD10.....	333
4.2.4	Galería.....	337
4.2.4.1	GIIa.....	337
4.2.4.2	GIIb.....	352
4.2.4.3	GIIIa.....	367
4.2.4.4	GIIIb.....	385
4.2.4.5	Sumario resultados Galería.....	400
4.2.5	Reducción.....	405
5.	DISCUSIÓN.....	415
5.1	Tecnología.....	415
5.1.1	TD6.2 y el Modo 1 en el Pleistoceno inferior europeo.....	415
5.1.2	El Barranc de la Boella y la aparición del Achelense en Europa.....	422
5.1.2.1	Relación Megaherbívoros-LCTs.....	429
5.1.2.2	¿Un paso más en la complejidad con respecto al Modo 1?.....	432
5.1.2.3	El Modo 2 en Europa (800-600ka).....	434
5.1.2.4	Conclusiones.....	438
5.1.3	Evolución tecnológica en Gran Dolina y Galería.....	442
5.1.3.1	Gran Dolina TD10.....	442
5.1.3.2	Galería.....	457
5.1.4	El contexto tecnológico en la Europa achelense de 500ka.....	460
5.1.5	Aparición de nuevos comportamientos tecnológicos: <i>Prepared Cores Technologies</i>	463
5.1.5.1	Origen Simple Prepared Cores.....	468
5.1.5.2	Conclusiones.....	474
5.2	Reducción.....	476

5.2.1	Potenciales, límites y problemáticas	476
5.2.2	La distribución de la reducción	480
5.2.2.1	Tipo de ocupación	481
5.2.2.2	Reducción y tecnología	483
6.	CONCLUSIONES	489
	Conclusions	499
7.	REFERENCIAS.....	509
7.1	Índice de figuras	573
7.2	Índice de tablas	585
8.	Anexos.....	589
8.1	El Barranc de la Boella.....	603
8.1.1	Cala 1	603
8.1.2	La Mina	606
8.1.3	El Forn.....	609
8.2	Gran Dolina TD10	612
8.2.1	Gran Dolina TD10.4	612
8.2.2	Gran Dolina TD10.3	615
8.2.3	Gran Dolina TD10.2	620
8.2.4	Gran Dolina TD10.1	626
8.3	Galería	632
8.3.1	GIIa	632
8.3.2	GIIb	637
8.3.3	GIIIa	642
8.3.4	GIIIb	649

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Estructura de la tesis

La presente Tesis Doctoral está estructurada en 6 capítulos, en los cuales se integran tanto las publicaciones realizadas durante el período de realización de ésta (2018-2021), como apartados inéditos no publicados.

En el **Capítulo 1** se expone el **estado de la cuestión** en el que se enmarca el presente trabajo, así como las **principales problemáticas** que abarcará la presente Tesis Doctoral. Del mismo modo, se repasa brevemente el desarrollo de los estudios realizados con respecto al poblamiento europeo durante el Pleistoceno inferior y medio, para **contextualizar** desde un punto de vista **geográfico** y **cronocultural** la investigación aquí realizada. Por último, se presentan los **objetivos** planteados que guiarán el discurso y contenido de este trabajo.

En el **Capítulo 2** se recoge la información relativa al **contexto** de los conjuntos analizados, que se corresponden con los yacimientos de la **sierra de Atapuerca** (Gran Dolina y Galería) y de **El Barranc de la Boella**. Así, se presenta la situación y localización geográfica, el desarrollo de las investigaciones e intervenciones arqueológicas, la información relativa a las secuencias arqueoestratigráficas y cronologías, y los contextos litológicos, paleoecológicos, tecnológicos, así como las dinámicas de ocupación de cada uno de los yacimientos estudiados.

El **Capítulo 3** detalla las **metodologías** empleadas durante el desarrollo de la presente Tesis Doctoral, tanto aquellas orientadas al **estudio tecnológico** de los núcleos, como los procedimientos empleados para estimar la **reducción** en éstos y en grandes configurados. Asimismo, se presenta sintéticamente el aparato estadístico utilizado y la adquisición de los datos. Dado que la presente Tesis Doctoral está planteada por artículos con una fuerte carga metodológica, en este capítulo se referencian los apartados en donde los métodos están explicados con detalle.

En el **Capítulo 4** se presentan los **resultados** obtenidos durante el desarrollo de la investigación. Este capítulo está estructurado en dos grandes bloques: los resultados **experimentales** relativos a aspectos **metodológicos** y los resultados correspondientes a los conjuntos **arqueológicos**.

De este modo, con respecto al bloque experimental se presentan dos de los artículos ya publicados:

- Lombao *et al.* (2019). The effects of blank size and knapping strategy on the estimation of core's reduction intensity. *Archaeol. Anthropol. Sci.* 11, 5445–5461.

En este trabajo se realiza una comparativa experimental de los diferentes *proxies* empleados en el estudio de la reducción de núcleos. Para ello, se realizó un experimento secuencial orientado a testar el efecto del tamaño de los soportes y de las estrategias de talla en la estimación de la intensidad de reducción.

- Lombao *et al.* (2020). A new approach to measure reduction intensity on cores and tools on cobbles: the Volumetric Reconstruction Method. *Archaeol. Anthropol. Sci.* 12, 222.

En este artículo se presenta una nueva propuesta metodológica, orientada a estimar el grado de reducción en núcleos y grandes configurados sobre canto en valores absolutos, así como el programa experimental desarrollado para contrastar su validez.

El segundo bloque, en el que se explican los resultados obtenidos a partir del estudio de los diferentes conjuntos arqueológicos, está constituido por un artículo en vías de publicación y por un texto inédito:

- Lombao *et al.* (2021). The technological behaviours of *Homo antecessor*: core management and reduction intensity at Gran Dolina-TD6.2 (Atapuerca, Spain).

Este trabajo refleja la primera aplicación del método propuesto en materiales arqueológicos. Además, se ha aplicado por primera vez la combinación de análisis tecnológicos orientados a la reconstrucción del campo operativo y el estudio de la reducción de los núcleos de forma individual. Esto se ha realizado con el objetivo de evaluar la existencia de métodos de talla en sentido estricto y la influencia de las constricciones de la materia prima en las primeras tecnologías registradas en el subcontinente europeo.

El resto de este gran bloque está constituido por un texto inédito, en donde se detallan de forma sistemática los resultados obtenidos en las diferentes localidades de El Barranc de La Boella (Cala 1, El Forn, La Mina), de la secuencia de la unidad TD10 de Gran Dolina (TD10.4, TD10.3, TD10.2.2, TD10.2, y TD10.1) y de Galería (GIIa, GIIB, GIIIa, GIIIb). El último subapartado de este bloque está orientado a la comparativa de los patrones de descarte de estos diferentes niveles, a través de las funciones de distribución Weibull.

El **Capítulo 5** está dedicado a la **discusión** de los resultados obtenidos. De igual modo que los resultados, esta discusión está planteada en dos grandes apartados que a su vez presentan subapartados propios.

El primer apartado está centrado la discusión de los resultados tecnológicos y de reducción desde una perspectiva sincrónica y diacrónica. Aunque el trabajo se focaliza en la variabilidad de las estrategias de talla y en su evolución diacrónica, se ha integrado la información obtenida relativa a las estrategias de talla en función de problemáticas tecnológicas más generales, pero específicas

para cada conjunto. De este modo, este apartado está constituido por tres bloques que se pueden resumir de forma muy sintética en: I) la discusión sobre el papel que representa TD6.2 dentro del Modo 1 europeo y la influencia de las materias primas en las dinámicas de explotación; II) la aparición de los primeros conjuntos del Modo 2 en Europa, así como los comportamientos tecnológicos que presentan, discusión vehiculada a través de los resultados obtenidos en las diferentes localidades de El Barranc de la Boella, y III) la evolución tecnológica documentada en las secuencias de Gran Dolina TD10 y Galería, así como la aparición de nuevos elementos tecnológicos y su significación en términos tecno-cognitivos.

El segundo apartado está compuesto por dos bloques. En el primero se discute sobre los **límites** y **posibilidades** de los planteamientos **metodológicos** propuestos en este trabajo. El segundo bloque recoge la discusión de los resultados obtenidos del estudio de la **distribución de las curvas de descarte** en cada uno de los conjuntos estudiados, discutiendo no sólo la influencia de los **modelos ocupacionales** en los resultados, sino también integrando los resultados tecnológicos con la distribución de la reducción, para ofrecer una visión más completa de los **cambios tecnológicos**.

El **capítulo 6** recoge las principales **conclusiones** en relación con los objetivos planteados, así como las principales **aportaciones** que se han realizado en la presente Tesis Doctoral a los estudios de la reducción y la tecnología lítica en el ámbito estudiado.

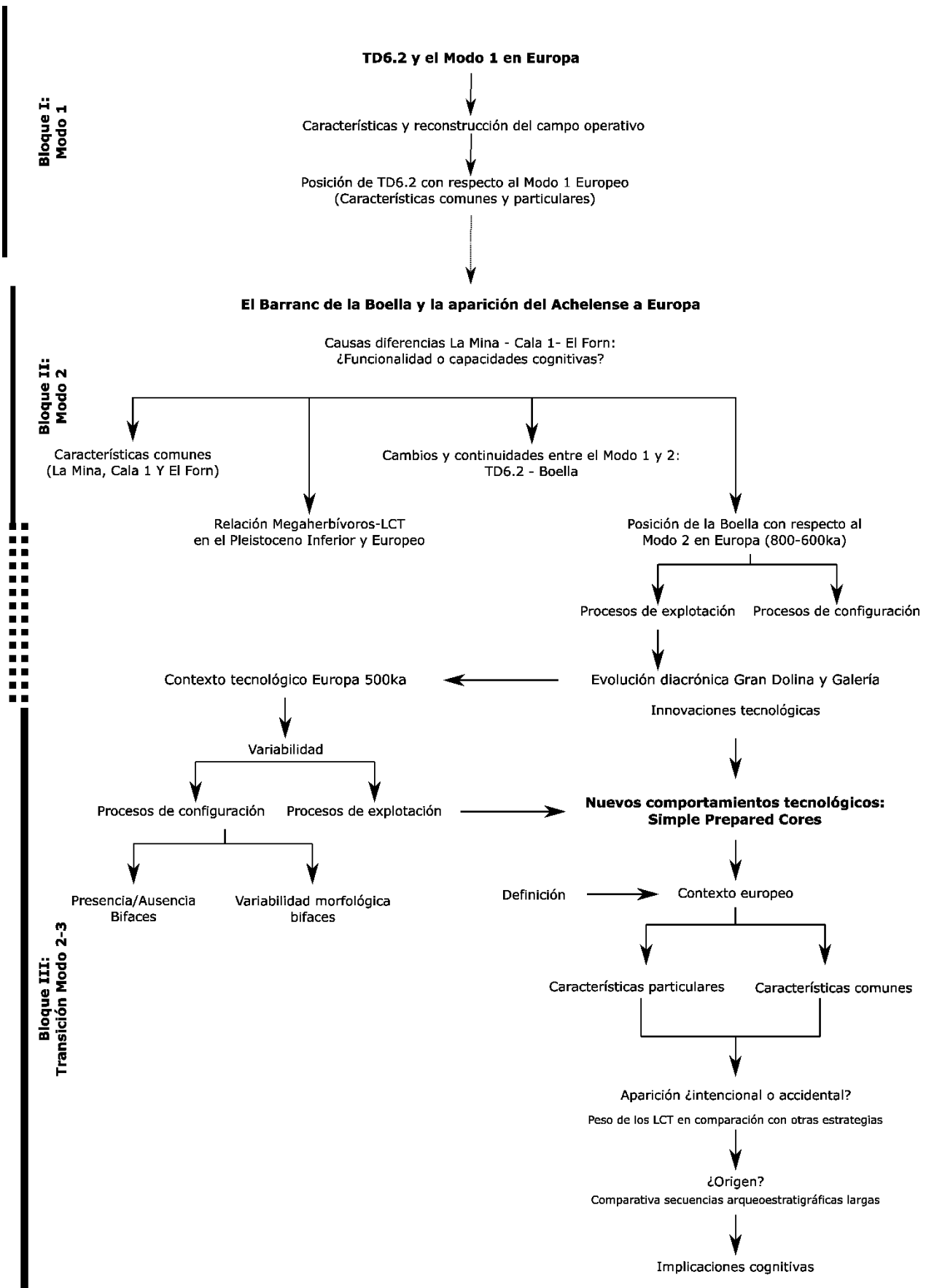


Figura 1.1. Esquema conceptual del primer bloque de la discusión.

1.2 Estado de la cuestión y problemática

1.2.1 La variabilidad tecnológica y su interpretación

La capacidad de fabricar herramientas es uno de los principales rasgos adaptativos que define a al género *Homo* desde el Pleistoceno inferior. Dado el carácter imperecedero de las herramientas líticas, sabemos que, desde al menos hace 2.6 Ma (Semaw et al., 2003), el 99.8% de nuestra historia evolutiva ha estado marcada por la fabricación de herramientas de piedra (Whiten, 2015), por lo que estos objetos constituyen una de las evidencias más abundantes, continuas y resolutivas para estudiar los cambios comportamentales a lo largo de la evolución humana (Stout et al., 2015).

En cualquier grupo humano existe un rango de variación en la selección e integración de estrategias para producir, utilizar, transportar y abandonar herramientas, así como de los materiales necesarios para su producción y mantenimiento (Nelson, 1991). Si bien esta noción de variabilidad tecnológica está ampliamente aceptada en la comunidad científica, no lo está tanto su significado como elemento definidor de las sociedades de cazadores-recolectores, así como sus posibles causas y su expresión en el registro arqueológico. Uno de los ejemplos más paradigmáticos de esta controversia es el famoso debate transatlántico entre Bordes y Binford sobre la variabilidad de los conjuntos musterienses europeos.

Bordes (1953) propuso una tipología descriptiva que virtualmente abarcaba todos los tipos de herramientas del Paleolítico Inferior y Medio, que fue refinada y ampliada posteriormente (Bordes, 1961). En su momento supuso una revolución en la descripción y clasificación de las herramientas musterienses, especialmente porque suponía entender que es la conducta humana el factor que se esconde tras la variabilidad artefactual, de tal manera que las diferentes técnicas de talla o tipologías de herramientas reflejaban opciones estilísticas o culturales (Bordes, 1950).

A través del método que él mismo desarrolló -conocido como método Bordes- era posible describir y comparar diferentes conjuntos en base a las tipologías identificadas y a la frecuencia relativa de las mismas dentro de cada conjunto, definiendo una serie de *facies* musterienses en función de estos parámetros, en las que cada una de ellas representaría un grupo cultural o estilístico.

Frente a esta concepción, Binford (1981, 1973, 1962), entendiendo la cultura como un sistema adaptativo dinámico, interpretó la variabilidad tecnológica de los conjuntos como un abanico de soluciones funcionales a diferentes condiciones ecológicas. De esta manera, algunos autores de la *New Archaeology* (Binford and Binford, 1966; Freeman, 1966) defendían que los conjuntos del Paleolítico Medio se corresponderían en realidad con “facies funcionales”, es decir, con unidades heterogéneas que reflejarían diferentes actividades domésticas y subsistenciales.

Mellars (1973, 1970) identificó una secuencia temporal recurrente de las diferentes facies musterrienses en el registro arqueológico, lo que le llevó a considerar que la variabilidad de estos conjuntos podría atribuirse a razones meramente cronológicas.

Otras corrientes, en cambio, pondrán el foco en aspectos diferentes a los estilísticos, funcionales o cronológicos, destacando aspectos ambientales como la proximidad y características de la materia prima disponible o la intensidad de reducción y el uso de las herramientas, el transporte o la combinación de distintas variables (Andrefsky, 1994; Geneste, 1985; Jelinek, 1976; Kuhn, 1991; Nelson, 1991; Rolland, 1981; Rolland and Dibble, 1990; Roth and Dibble, 1998; Schiffer and Skibo, 1997). No obstante, el debate no se restringía únicamente a la manera en la que los investigadores debían interpretar dicha variabilidad. Algunos autores (Rolland and Dibble, 1990) criticaron que este tipo de aproximaciones -independientemente del enfoque funcional, histórico-cultural o cronológico-, parten de la premisa de que las unidades analíticas suponen entidades discretas, independientemente de si éstas se corresponden con tipos de herramientas o grupos definidos de conjuntos.

Frente a este enfoque tipologista, algunos autores como Jelinek (1976), Dibble (Dibble, 1987, 1984), o Rolland (Rolland and Dibble, 1990) plantearon que las diferentes tipologías discretas en realidad representan un *continuum* de transformación producido por el retoque y la reducción y, por tanto, las herramientas retocadas supondrían en realidad objetos descartados, en lugar de corresponderse con objetos finales intencionales representando formas normativas. Esta perspectiva se basa principalmente en el conocido como Efecto Frison (Jelinek, 1976), que describe cómo varía la forma de los productos a medida que avanza la reducción, y en los estudios realizados por Dibble (Dibble, 1987, 1984). Posteriormente, estos enfoques se han ido aplicando sobre una mayor variedad de herramientas, como bifaces (McPherron, 1994), raspadores (Morales et al., 2015b) o núcleos Levallois (Dibble, 1995a), entre otros.

Sin embargo, las estrategias de explotación, entendidas como los procesos de reducción volumétrica orientados a la obtención de productos (Vaquero, 1999), no se ponen en valor hasta la aplicación del concepto de *chaîne opératoire* (Leroi-Gourhan, 1993, 1964; Mauss, 1979, 1934) -en el ámbito europeo- o el de *reduction sequence* (Holmes, 1894), en el americano. Esta aplicación fue popularizada por Geneste (1985) en el ámbito arqueológico y por Lemonnier (1992) en el ámbito etnográfico (Shott, 2003).

De este modo, la cadena operativa, entendida como *la sucesión de operaciones mentales y gestos técnicos, con el objetivo de satisfacer necesidades (inmediatas o no), de acuerdo a un proyecto preexistente* (Perlès, 1987, p. 23), permitió reorientar el foco de atención en el estudio de los procesos tecnológicos, con el fin de reconstruir la organización de cada sistema tecnológico particular (Sellet, 1993). De esta manera, se redirigió la atención al “proceso”, frente al “estado”

de los conjuntos de herramientas (Schlanger, 1994). La segmentación ordenada de las acciones y de los procesos mentales requeridos en la producción de herramientas permitió definir una serie de subsistemas o fases que empiezan con el abastecimiento de la materia prima y continúan con la producción, el uso, el mantenimiento y el descarte de las herramientas (Binford, 1979; Delagnes, 1993; Geneste, 1985; Schiffer, 1975; Schlanger, 1994; Sellet, 1993).

El estudio de cada uno de estos subsistemas requiere de análisis específicos (p. ej. (Hayden, 1982; Ingbar, 1992; Ingbar et al., 1989; Kelly, 1985; Tankersley, 1991). Más concretamente, el estudio de las estrategias de talla se centró en el análisis de las secuencias de reducción desde tres aproximaciones: el análisis diacrítico, es decir, la orientación espacial y la ordenación secuencial de los negativos visibles en la superficie de los núcleos (Bradley, 1991; Storck, 1983; Young and Bonnichsen, 1984), los remontajes (Cziesla et al., 1990) y la arqueología experimental (Coles, 1979, 1973; Kelterborn, 1987; Tixier, 1980).

Todo ello permitió definir un gran abanico de estrategias de explotación, que responderían a métodos individualizados desde el punto de vista técnico, secuencial y conceptual, siendo de nuevo el Musteriense el tecnocomplejo que coparía, si no todo, gran parte del centro de atención. De esta manera, proliferaron los métodos de talla identificados, entre los que destacan los métodos discoidales (Boëda, 1993; Jaubert, 1993), laminares (Boëda, 1990; Révillion, 1995), el tipo Quina (Bourguignon, 1996; Turq, 1989, 1992a), o el método tipo “Le Pucueil” (Delagnes, 1993), el concepto Kostienki (Slimak, 2008) destacando entre todos ellos el método Levallois (Boëda, 1990; Boëda, 1994; Schlanger, 1996; Van Peer, 1992a), o ya, dentro del Paleolítico Inferior, el S.S.D.A., definido especialmente a través del nivel C2 de High Lodge (Forestier, 1993).

Si bien esta nueva corriente centrada en el análisis de los procesos tecnológicos se definió y desarrolló en oposición a la perspectiva tipológica centrada en los productos finales (Slimak, 2008), ha ido arrastrando derivas propias de los planteamientos “tipologistas”. Estas derivas abarcan desde la continuación de la propia nomenclatura o terminología tipológica, hasta el mayor interés por las estrategias de talla más debatidas desde el punto de vista tipológico (p. ej. el discoide y el Levallois, ya descritos por Bordes (1953) pasando por la propia conceptualización de las estrategias de talla (Vaquero, 1999), perfectamente individualizadas, que se manifiesta en algunos elementos como la estructuración maniquea de los sistemas técnicos musterrienses (Levallois vs no-Levallois).

La interpretación de que cada estrategia o método de talla se correspondería con una categoría discreta y que cada una de ellas sería independiente de las demás, junto con una interpretación cultural de la variabilidad tecnológica en la que cada una de las cadenas operativas reflejaría una cultura diferente -tal y como ha planteado Boëda (1995)-, tiene importantes connotaciones e

implicaciones, tanto desde el punto de vista comportamental o cognitivo de los grupos humanos, como desde el punto de vista conceptual.

En primer lugar, este planteamiento limita, ya sea implícita o explícitamente, el papel que juegan los diversos condicionantes externos en dichos procesos, como los ambientales (p. ej. disponibilidad y propiedades de las materias primas) o los contextuales (p. ej. función del yacimiento o dinámicas de movilidad). Además, asumir que cada estrategia de talla es una decisión exclusivamente cultural, implica admitir la existencia de *mental templates* o esquemas preconcebidos al momento de la talla por parte de los talladores, obviando el contexto particular de cada evento de talla.

Desde el punto de vista conceptual, estos planteamientos implican que la cadena operativa en realidad sería una extensión de la tipología al proceso de reducción (Shott, 2003), cambiando de forma (de la identificación de herramientas a la identificación de formas de producir herramientas), pero no de fondo, los planteamientos tipologistas.

Además, estos trabajos presentan limitaciones a la hora de poner en práctica estos aspectos metodológicos. La asignación de métodos en función de la presencia/ausencia de atributos supone la discretización de variables que en muchos casos son continuas, quedando todas las opciones intermedias en una posición de indefinición (Moncel, 1998; Moncel and Combier, 1992; Vaquero, 1999, 1997), por lo que estos criterios no son tan discriminantes a nivel empírico. Un buen ejemplo de esta situación son los atributos definidos por Boëda (1994; 1990) para el método Levallois: 1) la concepción volumétrica del núcleo como dos superficies de convexidad opuesta separados por un plano de intersección; 2) la jerarquización entre las distintas superficies del núcleo, una orientada a la explotación (superficie de lascado) y la otra a la preparación (superficie de percusión); 3) la predeterminación de productos a través de la configuración de las superficies de lascado; 4) la disposición paralela de los planos de lascado de las extracciones con respecto al plano de intersección; 5) la preparación de los planos de percusión; 6) el empleo de la percusión directa con percutor duro y 7) el principio de homotecia (Boëda et al., 2013) o de reducción isométrica; es decir, el mantenimiento de las proporciones del núcleo.

De estos siete elementos, la convexidad de las superficies y la relación angular de las extracciones con respecto al plano de intersección en realidad son atributos continuos, que se reducen a convexo-plano en el primer caso o a paralelo y secante en el segundo, en los que se pueden producir una gran variedad de opciones intermedias (Vaquero, 1999).

Un problema añadido es que gran parte de estos atributos no son exclusivos de cada método. Siguiendo con el ejemplo del método Levallois, si bien originalmente dos de estos elementos son compartidos con el método discoide (los puntos 1, 6), algunos trabajos posteriores centrados en la distinción entre ambos métodos (Mourre, 2003; Peresani, 2003; Slimak, 1998, 2003; Terradas,

2003) han mostrado un mayor grado de solapamiento entre ambos, sugiriendo que a través de estrategias discoidales es posible obtener productos predeterminados (Terradas, 2003), que en ocasiones pueden presentar preparaciones de las plataformas de percusión e incluso relaciones jerarquizadas entre las distintas superficies intervenidas (Boëda, 1995; Moncel and Combier, 1992; Slimak, 1998; Terradas, 2003; Vaquero, 1999, 1997). Esto ha llevado a algunos autores a plantear unir estos dos métodos bajo la misma nomenclatura: métodos centrípetos recurrentes (Lenoir and Turq, 1995; Turq, 1992b), cuyas diferencias no se corresponderían a aspectos técnicos o conceptuales, sino a una mayor predeterminación del método Levallois.

A raíz de estas revisiones y estudios posteriores en torno al debate discoide-Levallois, ambos métodos han sufrido un proceso de flexibilización en su conceptualización por parte de los tecnólogos. De este modo, se han identificado distintas variaciones internas: por ejemplo, en el método Levallois el propio Boëda distinguió diferentes modalidades (Boëda, 1995; Boëda, 1994), que se han ido ampliando y modificando (p.ej. Chazan, 1997; Delagnes, 1995; Guette, 2002), confiriendo un carácter más flexible al propio concepto Levallois, y llegando en algunos casos a relativizar el alto grado de predeterminación de los productos e incluso a poner el foco no sólo en los productos predeterminados (p. ej. Cochrane, 2014; Schlanger, 1994; Shimelmitz and Kuhn, 2018).

No obstante, es el método discoide el que ha sufrido un mayor grado de flexibilización en sus características distintivas, lo que se traduce en una mayor variabilidad formal, hasta el punto de que, para referirse a este método, no es necesario que se cumpla el criterio de una concepción volumétrica estructurada en dos superficies biconvexas opuestas entre sí, existiendo diversas modalidades como los núcleos discoidales unificiales y multifaciales (p. ej. Terradas, 2003).

Estos estudios en los que se pone un mayor énfasis en los condicionantes impuestos por la materia prima o por el sistema técnico (habilidad del tallador, uso de los productos obtenidos, etc.) (Geneste, 1985; Jaubert and Farizy, 1995; Mourre, 2003; Pasty, 2000) junto con los espacios de indefinición y de solapamiento de las distintas estrategias de talla y morfologías de los núcleos, muestran el carácter completamente restrictivo e incluso apriorístico de la interpretación de los diferentes métodos de talla como compartimentos estancos que suponen fieles reflejos de los esquemas mentales de los talladores. Prueba de ello es la variabilidad registrada en diferentes conjuntos arqueológicos del Musteriense (Casanova et al., 2009; Chacón, 2009; Jaubert, 1993; Jaubert and Farizy, 1995; Mourre, 2003; Pasty, 2000; Peresani, 2003; Slimak, 1998, 2003; Terradas, 2003; Vaquero, 1999, 2011) que demuestran cómo la aplicación empírica de estas discretizaciones no está exenta de problemas.

Harold Dibble (1995a), de forma similar a su aproximación sobre la variabilidad de las raederas, propuso que las diferentes modalidades del método Levallois identificadas en el nivel II de

Biache-Saint-Vast no se corresponden a métodos de talla completamente independientes, sino que son el resultado de los cambios morfológicos que suceden a lo largo de la secuencia de reducción. De esta manera, los esquemas uni y bidireccionales se corresponderían a estadios iniciales de reducción, que darían lugar a modalidades centrípetas-recurrentes en los momentos finales de dicha secuencia.

En relación con esto, otros autores (Guilbaud, 1995, 1993) han cuestionado esta rígida noción de linealidad de las estrategias de explotación implícita en el concepto de cadena operativa, proponiendo el concepto de campo operativo, que, si bien no constituye una alternativa en sí misma a la cadena operativa, dota al contexto técnico en donde se desarrollan las diferentes acciones de un papel fundamental a la hora de entender cualquier comportamiento tecnológico. De esta manera, las decisiones técnicas observadas en los núcleos de forma individual han de entenderse dentro de un marco más extenso – el conjunto – que reflejarían, si no todo, gran parte de los conocimientos técnicos disponibles de un grupo humano en un momento concreto. Estos conocimientos técnicos son los que definen las diferentes opciones posibles, cuya elección de una u otra alternativa viene dada en función de los problemas a los que se enfrenten. De esta manera, el objetivo no es la identificación y categorización de estrategias de explotación concretas, sino el estudio de sus interconexiones. Así, prima la interpretación relativa frente a la absoluta; es decir, los elementos no se definen *per se*, sino por la posición que ocupan dentro del mismo espacio morfotécnico. De igual manera, son los elementos comunes y diferentes de cada objeto, con respecto a los demás objetos del conjunto, los que definen su posición en dicho espacio morfotécnico (Vaquero, 1997).

En este sentido, el carácter gradual de los diferentes atributos empleados en la definición de los métodos Levallois y discoide muestran la continuidad morfológica entre ambos, lo que ha permitido a algunos autores sugerir que ambos métodos comparten un espacio de variabilidad formal (Vaquero, 2011, 1999; Vaquero and Carbonell, 2003) mientras que otros plantean que a lo largo de la secuencia de reducción es posible pasar por diferentes modalidades del método Levallois (Van Peer, 1992a, 1995). Se ha apuntado, incluso, la posibilidad de que esta trasposición de estrategias se dé desde las Levallois a las discoidales, correspondiendo ambas a una única estrategia (Moncel, 1998).

No obstante, el registro arqueológico es la manifestación material estática de procesos comportamentales y postdeposicionales dinámicos (p. ej. Ascher, 1968; Binford, 1980, 1979; Schiffer, 1987), de tal forma que es preciso considerar que cada núcleo recuperado en un yacimiento presenta un conjunto de características que se corresponden con el momento preciso en el que fue descartado. Diferencias en el momento de descarte podrían resultar en la manifestación de distintas características que llevarían a inferir un campo operativo diferente. Por

lo tanto, para poder evaluar las posibles interrelaciones existentes entre las diferentes estrategias de talla, es necesario dotar de una dimensión “temporal” a cada núcleo, de tal forma que sea posible contextualizar el momento de selección de unos criterios técnicos dentro del espacio morfotécnico. Esta dimensión temporal se corresponde con la reducción. Las secuencias de talla -desde el punto de vista de la reducción- son procesos unidireccionales en las que se produce una pérdida de masa y volumen de forma progresiva. Sin embargo, la determinación del grado de reducción no debe restringirse a la identificación de fases o intervalos de reducción (inicial, media, final), ya que supone la discretización y simplificación del *continuum* de la reducción. Tal y como apunta Shott (2003), los estadios de reducción son una convención analítica, más que una realidad empírica.

De forma opuesta a la (re)construcción del campo operativo, esta dimensión temporal ha de establecerse de forma individual en cada objeto. De nada sirve realizar un promedio de reducción a nivel de conjunto que puede enmascarar diferentes procesos y distribuciones, tal y como demuestran los estudios de Shott (Shott, 2002; Shott and Sillitoe, 2005, 2004; Shott and Weedman, 2007) y otros autores con planteamientos similares (Douglass et al., 2018; Morales, 2016, 2015; Morales et al., 2015a).

1.2.2 Proxies de reducción

La combinación del análisis cuantitativo de la reducción de cada núcleo de forma individual, junto con el análisis tecnológico desde la perspectiva del campo operativo, presenta un potencial todavía no explorado y que será uno de los ejes que vertebran la presente Tesis Doctoral. Sin embargo, el estudio de la reducción se ha enfocado a otros aspectos más allá de la propia estructura de los procesos técnicos. Algunos autores han señalado que la gestión de las herramientas supone también el reflejo de la organización territorial y estructura económica de los grupos humanos (Andrefsky, 1994; Bamforth, 1990; Blades, 2003; Kelly, 1992; Kuhn, 1991; Marreiros and Bicho, 2013; McCall, 2012; Morales, 2015; Nelson, 1991; Parry and Kelly, 1987). Estos autores defienden que la gestión de las herramientas está condicionada por aspectos ambientales (proximidad y disponibilidad de la materia prima), aspectos relacionados con los modelos ocupacionales (tipo, duración e intensidad de las ocupaciones), patrones de movilidad, etc. Por estos motivos, a través del estudio de la reducción se pueden realizar diferentes inferencias comportamentales relacionadas con estos aspectos, suponiendo una herramienta muy útil desde esta visión más amplia de la tecnología.

Estos planteamientos han derivado en el desarrollo de metodologías cuantitativas enfocadas al análisis de la reducción, siendo las de las herramientas retocadas el centro de atención para este tipo de estudios durante las últimas tres décadas. Esto se refleja en la multitud de metodologías empíricas y planteamientos teóricos que se pueden encontrar en la bibliografía (Blades, 2003;

Bustos-Pérez and Baena, 2019; Clarkson, 2002; Eren et al., 2005; Eren and Prendergast, 2008; Eren and Sampson, 2009; Hiscock and Clarkson, 2015, 2009; Hiscock and Tabrett, 2010; Ioviță, 2009, 2011; Ioviță and Mcpherron, 2011; Kuhn, 1990; Morales, 2015; Morales et al., 2015a, 2015b; Muller et al., 2018; Shott, 1995; Shott and Seeman, 2015; Shott and Weedman, 2007).

El objetivo principal de estos trabajos ha sido encontrar atributos que reflejen el grado de reducción de las herramientas. Sus enfoques han sido múltiples y variados: desde el estudio de los ángulos de la zona retocada (Kuhn, 1990), el número de levantamientos (Clarkson, 2002), la alometría simple (Blades, 2003), cálculos trigonométricos (Eren et al., 2005), análisis geométricos de contornos (Ioviță, 2009), o relaciones entre diversas variables métricas de las piezas (Clarkson and Hiscock, 2011). Otros estudios se han centrado en la estimación del tamaño o la forma de las lascas antes de ser retocadas, ya sea a través de las dimensiones de las plataformas de percusión y/o del ángulo exterior de la plataforma (Braun et al., 2008; Clarkson and Hiscock, 2011; Dibble and Pelcin, 1995; Dogandžić et al., 2015; Lin et al., 2013; Muller et al., 2018; Muller and Clarkson, 2014; Pelcin, 1998; Shott et al., 2000).

Los estudios de reducción en núcleos han quedado relegados a una posición secundaria, al menos en lo que respecta al número de aproximaciones metodológicas. Se han empleado parámetros como la ratio entre el número de lascas y número de núcleos (Dibble, 1995b; Roth and Dibble, 1998), el número de levantamientos (Bradbury and Carr, 1999; Douglass et al., 2018; Ingbar et al., 1989; Shott, 1996), el número de plataformas de percusión y/o superficies de explotación (Braun et al., 2006; Douglass et al., 2018), las dimensiones o la masa de las lascas y núcleos (Key and Lycett, 2015, 2014; Prasciunas, 2007), el *Cortex Ratio* (Dibble et al., 2005; Douglass et al., 2008; Lin et al., 2010), el porcentaje de superficie no cortical (Douglass et al., 2018; Magne, 1989; Magne and Pokotylo, 1981), el índice de área tallada o *Flaked Area Index* (Li et al., 2015), así como la combinación de ciertos atributos (Clarkson, 2013; Douglass et al., 2018; Reeves et al., 2021; Shipton, 2011).

La democratización de nuevas tecnologías, como la reconstrucción 3D, ha permitido tanto desarrollar nuevas metodologías, como mejorar aquellas existentes (Clarkson, 2013; Li et al., 2015; Lin et al., 2010; Morales et al., 2015a), especialmente en lo relativo a la cuantificación más precisa y objetiva de los diferentes parámetros. Si bien esto supone un avance significativo a nivel metodológico, el principal límite de los estudios de reducción es otro, intrínseco al propio proceso: la pérdida progresiva de información a medida que avanza la secuencia de reducción.

Este problema, que afecta tanto a los núcleos como a las herramientas retocadas, es quizás más acentuado en los primeros, ya que las diferentes aproximaciones metodológicas aplicadas a las herramientas retocadas se han centrado principalmente en tipos más o menos discretos (p. ej. raspadores (Eren et al., 2005; Morales et al., 2015a; Shott and Seeman, 2015), puntas

pedunculadas (Ioviță, 2011) o láminas de dorso (Muller et al., 2018)), lo que limita al menos parcialmente la variabilidad morfológica y de los parámetros empleados como estimadores de reducción. Por el contrario, las aproximaciones centradas en los núcleos tienen que hacer frente a una mayor variabilidad morfológica, ya que este tipo de aproximaciones no se especializan en tipos de núcleos o estrategias de talla, de tal manera que no existe un *proxy* específicamente orientado a estimar la reducción de, por ejemplo, los núcleos Levallois, diferente a los núcleos tipo Tachenghit-Tebalbala o a los núcleos bipolares ortogonales.

De este modo, las estrategias o métodos de talla aplicados a lo largo de la secuencia de reducción no influyen sólo en los cambios morfométricos de cada núcleo, sino que también pueden llegar a afectar a los parámetros o atributos técnicos disponibles para el análisis (por ejemplo, superposición de levantamientos, generación y eliminación de plataformas de percusión, relaciones angulares entre superficies, etc.), por lo que el principal límite de estos estudios de reducción es el empleo de ciertos parámetros que pueden verse afectados por la propia reducción.

De forma paralela, los propios atributos técnicos pueden no reflejar estrictamente el grado de reducción de los núcleos, sino que pueden ser el resultado del tipo de estrategias de talla aplicadas durante las secuencias de talla, lo que supone otra limitación al estudio de la reducción en núcleos.

Por otro lado, si entendemos el grado de reducción de la misma forma que *curation* (Shott, 1996, 1989) -es decir, como la expresión de la relación entre la cantidad de material usado y la cantidad de material potencialmente usable-, el objetivo debe ser la reconstrucción del tamaño, masa o volumen de los soportes originales, especialmente si las propuestas metodológicas están orientadas a expresar el grado de reducción en una escala absoluta. En este sentido, únicamente se ha realizado una propuesta metodológica, desarrollada por Douglass y colegas (Douglass et al., 2018; Reeves et al., 2021), que permite la estimación individual de los tamaños de los soportes de partida y que expresa el grado de reducción en valores continuos y absolutos. Dicha metodología está basada en la modelización lineal generalizada de datos experimentales. No obstante, algunos de los parámetros empleados en la construcción de estos modelos parecen estar más vinculados a la variabilidad en las estrategias de talla, que a la propia reducción (p. ej. número de superficies intervenidas o el ángulo entre la plataforma de percusión y la superficie de lascado).

1.3 Contexto: Las primeras ocupaciones en Europa

El debate sobre la variabilidad musteriense ejemplifica claramente las problemáticas relativas a los estudios sobre la variabilidad tecnológica de la segunda mitad del siglo XX. Un fenómeno similar ocurre con respecto a otros conjuntos más antiguos, como los del Plio-Pleistoceno africano. Así, a pesar de que el bifaz se identifica por primera vez en conjuntos europeos ya en el siglo XIX (Boucher de Perthes, 1847) y se define a través de conjuntos europeos bajo algunas nomenclaturas como *coup de poings* (de Mortillet, 1883), *handaxes* (Smith, 1911) o *bifaces*

(Vayson, 1920), la caracterización de estas primeras industrias (Olduvayense y Achelense) se ha desarrollado en las décadas de 1960 y 1970, principalmente sobre yacimientos del Plio-Pleistoceno del África oriental, en clave tipológica debido a la influencia de los trabajos de Bordes (1961). Los trabajos más relevantes fueron los de Kleindienst (1962), Clark y colegas (1966) y especialmente Leakey (1971) e Isaac (1977a), realizados con el objetivo de homogeneizar la nomenclatura y definir las características de los artefactos (de la Torre, 2006).

De forma paralela al debate Bordes-Binford, ya entrados en los años 70, el propio Isaac (1977b) incidió en la valoración de los contextos funcionales a la hora de estudiar los distintos artefactos, suponiendo una de las primeras aproximaciones procesuales a este tipo de registros que derivarían en algunos de los trabajos más importantes, como los sistemas de clasificación de Isaac (1986, 1984) o Toth (1982), que presentaban ventajas con respecto a los trabajos de Leakey (1971), ya que eliminaban connotaciones funcionales otorgadas de forma apriorística, e incidían en la importancia de los procesos tecnológicos.

En Europa, la variabilidad de las primeras industrias generó en un primer momento una falta de interés, debido en parte a la baja resolución cronológica de los conjuntos del Paleolítico Inferior (Monnier, 2006) y a la visión estática e inamovible que se tenía sobre éstos (Kuhn and Hovers, 2005), pero también porque el centro de atención estaba relacionado con las primeras ocupaciones del subcontinente europeo (Bonifay and Vandermeersche, 1991; Roebroeks and van Kolfschoten, 1994, 1995). Con respecto al primer poblamiento de Europa, se plantearon tres hipótesis:

- La Europa joven o *Young Europe*: esta hipótesis defendía que las ocupaciones humanas en Europa no sobrepasaban los 500ka de antigüedad, considerando al *Homo heidelbergensis* como el primer poblador europeo (Dennell and Roebroeks, 1996; Roebroeks and van Kolfschoten, 1995, 1994). El yacimiento de Boxgrove, adscrito al achelense clásico (Gamble et al., 1995), sería el principal sustento de este planteamiento. Estos autores consideraban que los escasos yacimientos anteriores a 500ka presentaban múltiples problemas, tanto derivados de una baja resolución de las dataciones y de procesos postdeposicionales, como de las industrias recuperadas en estos conjuntos, a las cuales, dado su supuesto carácter dudoso y la ausencia de restos fósiles humanos, no les atribuían un origen antrópico.
- Europa madura o *Mature Europe*: esta hipótesis sugiere que hay una ocupación europea más antigua a los 500ka, que se remontaría hasta los 700ka o 1Ma. Los yacimientos del Pleistoceno inferior como Vallonet (Francia) o Monte Poggiolo (Italia), o del Pleistoceno medio inicial, como Isernia La Pineta (Italia), cuyos registros mostrarían ocupaciones humanas de gran impacto, sustentarían esta hipótesis (Cremaschi and Peretto, 1988a, 1988b; de Lumley, 1976).

- Europa vieja u *Old Europe*: esta hipótesis sugería una llegada más antigua de 1Ma. a Europa por parte de los grupos humanos, a raíz de los descubrimientos de fósiles humanos en Dmanisi (Georgia), con unas dataciones de entre 1.8-1.5Ma, la asociación de restos humanos con supuestas herramientas líticas en Venta Micena (Orce, Granada), así como otros yacimientos del macizo central francés, como Saint Eble o Chilhac, cuyas dataciones iniciales llegaban a superar los 2Ma en el primer caso, y abarcar un rango de entre 2-1.8Ma, en el segundo (Bonifay and Vandermeersche, 1991; Gibert and Palmqvist, 1995).

Este debate cambiaría de rumbo tras los hallazgos realizados en la unidad TD6 del yacimiento de Gran Dolina (Atapuerca), situada cronológicamente antes de la transición Matuyama-Brunhes (Carbonell et al., 1995a; Parés and Pérez-González, 1995). Estos descubrimientos consistieron en numerosos restos humanos, adscritos a una nueva especie, *Homo antecesor* (Bermúdez de Castro et al., 1997), además de un conjunto lítico compuesto por abundantes restos y clasificado como Modo 1 (Carbonell et al., 1995a, 1999a). Este descubrimiento, junto con el de algunos restos líticos en la unidad TD4 del mismo yacimiento, implicó retrasar en medio millón de años la ocupación del subcontinente europeo (Carbonell et al., 1996, 1999a).

A estos hallazgos le siguieron otros que permitieron envejecer todavía más la presencia humana en Europa. Así, yacimientos como Fuente Nueva 3 y Barranco León (Orce, Granada), con una cronología de 1.2 y 1.3Ma, respectivamente (Oms et al., 2000; Toro-Moyano et al., 2003; Turq et al., 1996), Sima del Elefante, con una cronología de 1.2Ma (Atapuerca, Burgos) (Carbonell et al., 2008; Parés et al., 2006; Rosas et al., 2006), Monte Poggiolo (Italia) (Peretto et al., 1998), los yacimientos franceses de Pont de Lavaud (Despriée et al., 2006) y Bois-de-Riquet US2 (Bourguignon et al., 2016b) con 1.2 y 1.3-1.1Ma, respectivamente, que se unían a los ya conocidos de Vallonet (de Lumley et al., 1988) y Soleihac (Bonifay, 1991; Bracco, 1991) (datos en 1.2-1.1 Ma y 700–500 ka), muestran un escenario en el que la presencia humana en Europa occidental se remonta hasta los 1.3Ma aproximadamente, con conjuntos líticos que se adscribieron al Modo 1 u Olduvayense. De forma paralela, se fueron descubriendo otros yacimientos más o menos sincrónicos a TD6, como Happisburgh 3 (Reino Unido), con 990-780ka (Parfitt et al., 2010), Vallparadís (980ka-830ka) (España) (Martínez et al., 2010), o ligeramente más recientes como Pakefield (Reino Unido), con una edad aproximada de 700ka (Parfitt et al., 2005) (Figura 1.2).

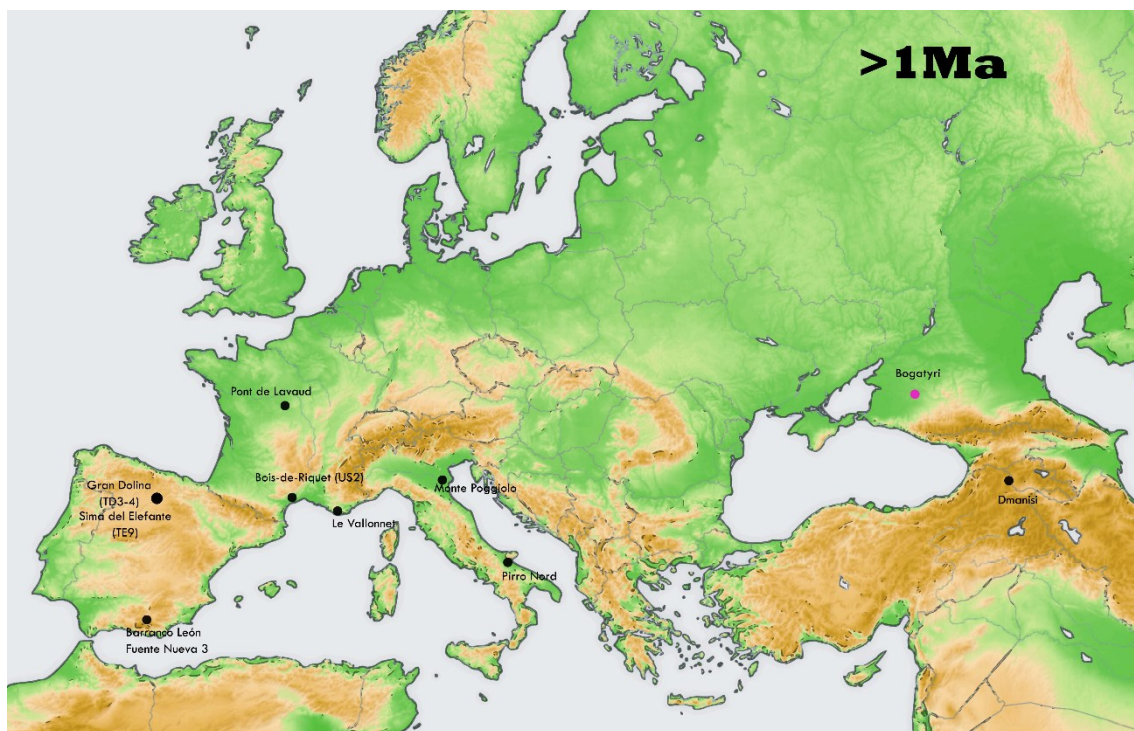


Figura 1.2. Yacimientos más antiguos de 1Ma discutidos en este trabajo. Negro: sin Large Cutting Tools. Rosa: industria o dataciones dudosas.

La tecnología de estos conjuntos líticos se caracteriza por el empleo de estrategias de talla simples, sobre las que predominan las estrategias unipolares longitudinales, aunque algunos conjuntos presentan una mayor diversificación. Del mismo modo, las herramientas retocadas no son frecuentes y muestran una escasa estandarización y diversificación, especialmente en los yacimientos más antiguos, mientras que en los yacimientos más recientes estos retocados son relativamente más abundantes y muestran un mayor grado de estandarización (Mosquera et al., 2013).

A partir de los 800ka, el registro arqueológico muestra un vacío significativo en el subcontinente, siendo muy pocos los yacimientos adscritos cronológicamente a este momento. Dicho *gap* parece estar relacionado con un empeoramiento de las condiciones climáticas tras la inversión Matuyama-Bruhnes (780ka) y podría confirmarse con los hiatos de la presencia humana que se registran en secuencias arqueostratigráficas largas, como Gran Dolina o Sima del Elefante (Atapuerca) (Almogi-Labin, 2011; Cuenca-Bescós et al., 2010; MacDonald et al., 2012; Manzi, 2004; Mosquera et al., 2013; Rodríguez et al., 2011). No obstante, el caso del hiato de Gran Dolina está siendo revisado, tras los hallazgos de las campañas de excavación actuales.

Por otro lado, si bien el registro africano evidencia la aparición de industrias achelenses hace 1.75Ma, en Europa la hipótesis más aceptada es que el Achelense aparece a partir de los 700ka (Ioviță et al., 2017; Moncel et al., 2013, 2016, 2020b; Moncel and Ashton, 2018), destacando yacimientos como La Noira (Moncel et al., 2020b), Bois-de-Riquet (US 4) (Bourguignon et al.,

2016a) o Notarchirico (Moncel et al., 2019, 2020c), lo que evidencia la (escasa) presencia humana en el subcontinente europeo durante el rango de los 800-500ka (Figura 1.3).

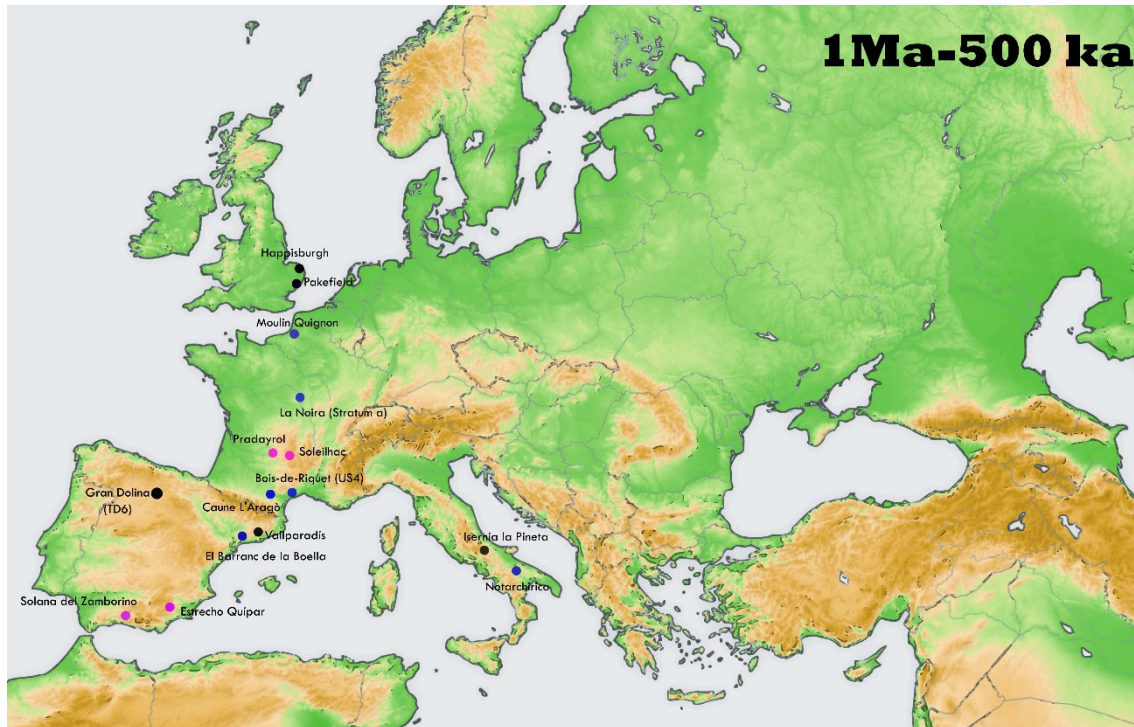


Figura 1.3. Yacimientos situados cronológicamente entre 1Ma-500ka discutidos en este trabajo. Negro: sin Large Cutting Tools; Azul: con Large Cutting Tools, Rosa: industria o dataciones dudosas.

No obstante, en los últimos años se ha ido configurando un nuevo escenario a raíz de hallazgos tales como El Barranc de La Boella (España) (Saladié et al., 2008; Vallverdú et al., 2008), en los que se ha podido identificar la presencia de *Large Cutting Tools* en los conjuntos líticos, lo que supondría retrasar la llegada del Achelense a Europa hasta hace aproximadamente 1Ma (Mosquera et al., 2016; Vallverdú et al., 2014b), interpretación que ha sido discutida en términos tecnológicos (Santonja et al., 2016). Simultáneamente, en otros conjuntos como Cueva Negra del Estrecho del Quípar (España) y Solana del Zamborino (España), adscritos inicialmente al Pleistoceno inferior (Scott and Gibert, 2009), las cronologías propuestas han sido fuertemente contestadas (Álvarez-Posada et al., 2017; Jiménez-Arenas et al., 2011).

A partir de los 500ka, el Achelense se desarrolla a lo largo de prácticamente toda Europa (Boxgrove, Cagny La Garenne, Gran Dolina, Galería...) (Figura 1.4). Estos conjuntos se caracterizan a nivel general por una mayor diversificación de los métodos de talla y de las herramientas retocadas, así como por la presencia de grandes instrumentos en forma de picos, bifaces y hendedores. Sin embargo, de forma paralela, los conjuntos líticos sin *Large Cutting Tools* están bien representados en todo el subcontinente, especialmente en latitudes más septentrionales (Schöningen, Bilzingsleben...). Estas industrias se han definido como

Clactonienses (Breuil, 1932; White, 2000), Tayacienses (Dibble et al., 2006; Peyroni, 1950), o ya dentro del Paleolítico Medio, Taubachienses (Moncel, 2003, 2001), entre otras denominaciones.

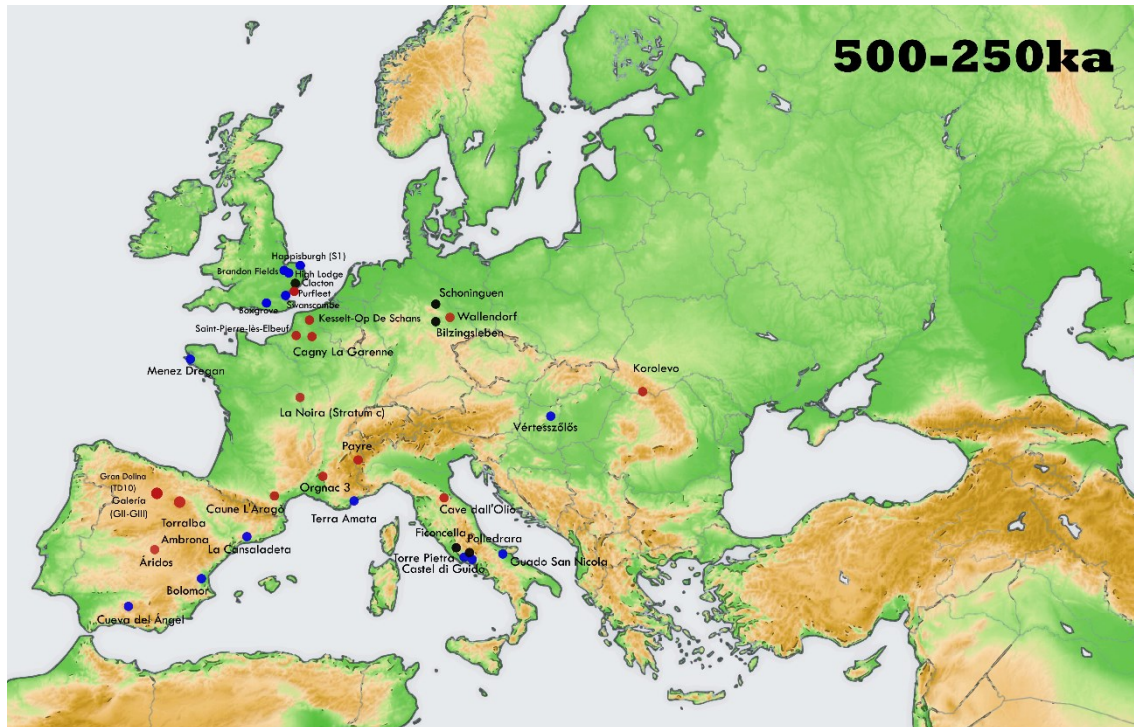


Figura 1.4. Yacimientos situados cronológicamente entre 500-250ka discutidos en este trabajo. Negro: sin Large Cutting Tools; Azul: con Large Cutting Tools, Rojo: con Simple Prepared Cores.

Durante este período -especialmente a partir del MIS 12- aparecen también las primeras evidencias de cambios conductuales, como el uso del fuego (Gowlett, 2016; Roebroeks and Villa, 2011), estrategias de subsistencia más organizadas (Blasco et al., 2013; Conard et al., 2015; Rodríguez-Hidalgo, 2015; Rodríguez-Hidalgo et al., 2017; Thieme, 1997) o innovaciones tecnológicas, entre las que destaca un descenso en la importancia de los grandes instrumentos y la aparición de métodos de talla volumétricamente más estructurados, como el Levallois (Moncel et al., 2020a), que están consideradas como los hitos definitorios del *early Middle Paleolithic* (EMP) (Moncel et al., 2005; Villa, 2009). Sin embargo, la generalización de estas innovaciones tecnológicas parece haber sucedido de manera irregular a partir del MIS 9 (Carmignani et al., 2017; de Lombera-Hermida et al., 2020; Moncel et al., 2021, 2012, 2020a; Terradillos-Bernal and Díez-Fernández-Lomana, 2012; White et al., 2011; White and Ashton, 2003).

Este escenario no parece más sencillo desde el punto de vista paleoantropológico. Durante el Pleistoceno inferior en la Europa occidental se han podido distinguir dos especies hasta el momento: *Homo sp.*, como los restos recuperados en el nivel TE9 de Sima del Elefante (Bermúdez de Castro et al., 2011; Carbonell et al., 2008) o en Barranco León (Toro-Moyano et al., 2013) y *Homo antecessor* (TD6) (Bermúdez de Castro et al., 1997; Carbonell et al., 1995a). Sin embargo,

la relación entre estos homínidos todavía está lejos de esclarecerse, por lo que se han planteado tres posibilidades: 1) que pertenezcan a la misma especie, 2) que *Homo antecessor* represente una evolución *in situ* del homínido de TE9, o 3), que sean especies “hermanas” cuyas similitudes procedan de un ancestro común. Estas hipótesis tienen implicaciones de gran magnitud en términos demográficos, puesto que las dos primeras opciones podrían implicar que los primeros pobladores europeos fuesen “residentes de larga duración” en lugar de “visitantes”. (MacDonald et al., 2012).

A partir de los 900ka hasta aproximadamente los 500ka, se produce un importante descenso en la densidad de yacimientos arqueológicos, lo que dificulta el establecimiento de tendencias diacrónicas tecnológicas o paleoantropológicas a lo largo de este período. Como hemos visto anteriormente, este “vacío” se ha ido “rellenando” desde un punto de vista tecnológico, con yacimientos como El Barranc de la Boella, Notarchirico, La Noira, etc., lo que permite aproximarnos a los procesos de cambio tecnológico. Sin embargo, este vacío persiste desde un punto de vista paleoantropológico, ya que en estos conjuntos no se han recuperado restos humanos. A partir de los 500ka, los restos humanos recuperados en los diferentes yacimientos (Mauer, Sima de los Huesos, Galería, Boxgrove, L’Aragó) se han adscrito a *Homo heidelbergensis* (Rightmire, 1998; Rosas and Bermúdez de Castro, 1998; Schoetensack, 1908; Stringer, 2012).

Si bien la escasez de fósiles en el registro europeo entre el MIS 14/13 dificulta el análisis e interpretación de la primera evolución de esta especie en Europa (Rightmire, 2008), entre los 450-350ka la población europea refleja una diversidad de caracteres que podrían suponer diferentes grados de “Neandertalización” y que ocurre de forma paralela a las innovaciones tecnológicas anteriormente descritas a partir del MIS 12. Así, mientras los fósiles de Mauer y Aragón representarían una fase incipiente de dicho proceso (Rosas et al., 2019), los caracteres de los individuos recuperados en la Sima de los Huesos serían más similares a los Neandertales clásicos, lo que indicaría un mayor grado de “Neandertalización” (Meyer et al., 2016; Rosas et al., 2019; Stringer, 2012).

En cualquier caso, esta variabilidad morfológica muestra que este modelo de proceso evolutivo en el que se produce una acumulación de características Neandertales (Dean et al., 1998; Hublin, 1998) no es lineal, lo que ha dado pie a numerosas hipótesis relacionadas con sucesivas oleadas migratorias y extinciones, conocido como el modelo “*source and sink*” (Bermúdez de Castro and Martín-Torres, 2013; Dennell et al., 2011; MacDonald et al., 2012; Martín-Torres et al., 2018), en el que estos grupos podrían tener su origen (*source*) en algún punto en el sur o sureste de Europa, y cuyas migraciones podrían estar relacionadas con fluctuaciones climáticas (Dennell et al., 2011).

Estas breves pinceladas del contexto europeo a lo largo de buena parte del Pleistoceno inferior y medio muestra un escenario complejo, tanto desde el punto de vista paleoantropológico como tecnológico. Desde la perspectiva tecnológica, esta complejidad se produce a nivel sincrónico (p. ej. coexistencia de presencia/ausencia de grandes instrumentos y diferencias morfológicas entre LCTs), y diacrónico (aparición y generalización de nuevos comportamientos tecnológicos, como la producción de grandes instrumentos o sistemas de explotación jerarquizados), resultado de múltiples procesos migratorios, extinciones, reemplazamientos, divergencia y regionalización.

Por lo tanto, los límites metodológicos y conceptuales a la hora de evaluar la variabilidad tecnológica -y, más concretamente, las estrategias de talla-, el menor interés en el estudio de la reducción de núcleos como elemento inferencial de patrones comportamentales y el avance de las investigaciones en el Pleistoceno inferior y medio de Europa, son los tres elementos que justifican la realización de la presente Tesis Doctoral.

En el presente trabajo se profundizará en la evolución de las estrategias de talla durante buena parte del Pleistoceno inferior y medio europeo (aprox. 1Ma-250ka), a través del estudio de los conjuntos de Gran Dolina (subunidades TD6.2, TD10.4, TD10.3, TD10.2 y TD10.1) y Galería (subunidades GIIa, GIIb, GIIIa, GIIIb) de la sierra de Atapuerca, y de las diferentes localidades de El Barranc de la Boella (Cala 1, La Mina y El Forn).

Para abordar el estudio tecnológico de las estrategias de talla, así como su evolución diacrónica, se ha realizado una aproximación combinando los análisis tecnológicos con los de reducción. De esta forma, se ha reconstruido el campo operativo para cada conjunto, en base no sólo a las características tecnológicas de los núcleos, sino teniendo en cuenta el grado de reducción en el momento de descarte. Esto permite no sólo reconstruir los campos operativos de cada conjunto e interpretar si realmente existen concepciones volumétricas discretas que nos permitan hablar de estrategias de talla en sentido estricto, sino que, al estar enmarcados bajo el mismo sistema de análisis, posibilita identificar en estos conjuntos las dinámicas de cambio, ruptura, transición o continuidad entre ellos.

Nuestro planteamiento supone una aproximación novedosa al estudio de la variabilidad tecnológica en este tipo de registros. Si bien la singularidad de este estudio ha constituido una de las principales limitaciones a la hora de trasladar los resultados obtenidos a una escala regional más amplia, se ha realizado el esfuerzo de “traducir” los resultados obtenidos y enmarcarlos dentro del contexto europeo. De este modo, no sólo se han estudiado los cambios diacrónicos en los conjuntos estudiados, sino que también se ha intentado comprender la variabilidad tecnológica sincrónica que subyace en cada una de las diferentes fases cronoculturales.

Esta perspectiva se combina con el estudio de la distribución de la reducción en núcleos. De esta manera se evalúa el papel inferencial de este tipo de aproximaciones a la hora de acercarnos a

aspectos más allá de los exclusivamente tecnológicos, como los modelos de ocupación, la función del yacimiento, o la disponibilidad de materias primas. De igual modo, entendiendo que la tecnología no sólo refleja los procesos técnicos, sino que está vinculada a procesos económicos y de gestión del territorio, se realizará una lectura de la variabilidad tecnológica en estos términos, evaluando el tipo e intensidad de ocupación, funcionalidad del yacimiento, disponibilidad de materias primas, etc.

1.1 Objetivos

El objetivo principal de la presente Tesis Doctoral es el estudio de la variabilidad de las estrategias de talla y su evolución diacrónica durante el Pleistoceno inferior y medio en Europa, no en clave exclusivamente tecnológica, sino atendiendo especialmente a los posibles factores explicativos y condicionantes externos de dicha variabilidad.

Para ello, es necesario comprobar si las estrategias de talla desarrolladas durante este período se corresponden con esquemas mentales independientes y diferenciados, o si, por el contrario, pueden ser el reflejo de diferentes momentos de descarte dentro del *continuum* de reducción. Esto se llevará a cabo mediante la definición de los criterios técnicos que pautan el espacio de variabilidad morfotécnica de los diferentes conjuntos líticos objeto de este estudio y el papel que representan las distintas estrategias en dicho espacio.

De este modo, los tres elementos clave sobre los que se articula la presente Tesis Doctoral son: 1) **el estudio de la evolución diacrónica en la variabilidad de la gestión volumétrica de los núcleos** a lo largo del Pleistoceno inferior final y el Pleistoceno medio en Europa, mediante 2) **la combinación del análisis tecnológico y los análisis de reducción**, lo que implica 3) la necesidad de **evaluar los límites de los métodos empleados** en la reducción de núcleos.

Esto ha requerido del establecimiento de unos objetivos previos que guían el desarrollo de la presente Tesis Doctoral:

- Evaluación de las metodologías ya existentes empleadas en el análisis de la reducción de núcleos.
- Desarrollo de herramientas analíticas que permitan la cuantificación de la reducción en escalas continuas absolutas.
- Evaluación del poder inferencial y posibles limitaciones de estas herramientas a nivel experimental.
- Exploración de la aplicabilidad arqueológica y del potencial interpretativo de estas metodologías de reducción, a través del análisis sistemático de diferentes conjuntos arqueológicos.

- Reconstrucción del campo operativo de cada uno de los conjuntos arqueológicos objeto de estudio, mediante la combinación del análisis tecnológico y del estudio de la reducción de forma individual.
- Comparativa sistemática de los yacimientos estudiados.

2. MATERIALES

2.1 El Barranc de la Boella

2.1.1 Situación geográfica y contexto geológico

El yacimiento del Barranc de la Boella se encuentra en el NE de la península ibérica, en el municipio de la Canonja, a menos de 3 km de la ciudad de Tarragona y a unos 5 km de la actual línea de costa del mar Mediterráneo (Saladié et al., 2008).

Este yacimiento tiene relación con las terrazas del río Francolí, con el interfluvio neógeno de Les Gavarres-Constantí y los abanicos aluviales coalescentes procedentes de la depresión de Reus-Valls (Vallverdú et al., 2014a), ya que forma parte del sistema de terrazas de la cuenca baja del río Francolí (+60m), que fue enterrada parcialmente por los depósitos aluviales pleistocenos de la Depresión de Reus-Valls. Estos depósitos aluviales proceden de los contrafuertes paleozoicos de Castellvell y Almoester y llegan al mar a través de la playa de la Pineda o de la desembocadura del río Francolí (Bataller and Vilaseca, 1923; Vallverdú et al., 2014a).

Los depósitos están compuestos por tierras rojas arcillosas con gravas de pizarra angulosas, características de las zonas aluviales y pliocenas de las áreas de Tarragona y Reus, que son transportadas por torrentes que tienen su cabecera en el macizo de Prades, y se van estratificando con conglomerados cementados amarillentos, tierras grises arenosas y arenas blancas gruesas en capas regulares y poco extensas a su paso por las poblaciones de Vila-seca, Constantí y la Canonja. Estos depósitos son cartografiados en la unidad de Pleistoceno inferior en el mapa del Cuaternario de España 1:1.000.000 (Saladié et al., 2008; Vallverdú et al., 2008).

Las canteras de extracción de gravas, frecuentes en esta zona, han permitido el afloramiento de terrazas del Pleistoceno inferior del río Francolí entre el interfluvio les Gavarres-Constantí y la playa de la Pineda, próxima al cabo de Salou. De hecho, en la segunda serie cartográfica 1:50.000 del IGME, se describen terrazas en las proximidades de Constantí a +60m del cauce actual, aunque no se llegan a cartografiar. En ese mismo documento se describe el interfluvio de les Gavarres-Constantí como Cuaternario encostrado en el límite Plio-Pleistoceno (Vallverdú et al., 2014a).

Los depósitos pleistocenos del Barranc de la Boella están incididos en la terraza de +60m en la zona próxima a la Autovía Reus-Tarragona (N-420) y pertenecen en parte a una paleoriera que probablemente desembocaba en la finca de la Boella de la Canonja, mientras que entre la Autopista A7 y el Más de la Boella, la terraza de +50m erosiona los depósitos del paleocurso.

Este tramo final antecedente del valle del Francolí está limitado al oeste por el glacis que presenta una dirección W-E, cubriendo la depresión desde Reus a la Selva del Camp hacia el semigraben de les Gavarres, y al este por el relieve estructural del semigraben miocénico de les Gavarres, que se inicia en Constantí en dirección NNW-SSE hacia la playa de la Pineda (Pineda, 2018; Vallverdú et al., 2008, 2014b).

2.1.2 Historia y desarrollo de las intervenciones

En la década de 1930, con la publicación de la primera serie de la cartografía 1:50000 del IGME y su memoria explicativa, dirigida por Agustí Marín, salen a la luz los primeros hallazgos arqueológicos y paleontológicos de la zona del Barranc de la Boella. En este documento se publicó la localización de los restos paleontológicos encontrados e identificados como *Rhinoceros* sp., *Cervus* sp., *Equus caballus* y *Helix* sp., lo que llevó a considerar esta zona como un yacimiento Plioceno (Vallverdú et al., 2014a).

En los años 50, es el Doctor Salvador Vilaseca quien da cuenta del descubrimiento de numerosos restos de industria lítica en contexto estratigráfico, localizados en estratos arcillosos que se asientan sobre conglomerados (Vallverdú et al., 2014a). Estos restos se encontraron en unos grandes regatos cercanos a la zona del actual aeropuerto de Reus, zona que el Dr. Vilaseca nombró como Boella.

Dos décadas más tarde, se produce el descubrimiento accidental por parte de Ramón Capdevila de restos de grandes herbívoros en el Barranc de la Boella, determinados como *Elephas (Archidiskodon) meridionalis*, publicados por el Dr. Vilaseca en 1973, junto con la descripción de cinco fragmentos de sílex y pizarra, considerados por él mismo como artefactos “atípicos” (Vilaseca, 1973). En esta síntesis, el propio Dr. Vilaseca diferencia los descubrimientos del yacimiento de la Boella que se produjeron dos décadas antes, de los del Barranc de la Boella.

En 2007, se realizó una excavación de urgencia de carácter preventivo a raíz del hallazgo fortuito de dos defensas de un proboscídeo por parte del Dr. Josep Vallverdú que se encontraban seccionadas en el perfil del barranco. Esta intervención se realizó en la localidad nombrada anteriormente como *Centre de Convencions* y actualmente como Cala 1 o *Pit 1*, que se corresponde al mismo punto en donde Capdevila y Vilaseca recuperaron los restos publicados en 1973. Dicho sondeo permitió la recuperación de numerosos restos de proboscídeo y de industria lítica realizados sobre diferentes materias primas (sílex, arenisca, esquisto, etc.) en los aproximadamente 15m² de extensión excavados (Vallverdú et al., 2008, 2014b, 2014a).

Un año después comienzan las excavaciones programadas anuales, circunscritas al proyecto *Evolució paleoambiental i poblament prehistòric a les comarques dels rius Francolí, Gaià, Siurana i rieres del Camp de Tarragona*. Así, en 2008 empezaron los sondeos de una nueva

localidad (La Mina o Cala 2), así como la preparación de la superficie de un tercer sector (El Forno o Cala 3), situados en la ladera opuesta del barranco, enfrente de la Cala 1 y a menos de 200m de distancia de la Cala 2. Al año siguiente, en 2009, continuaron los trabajos en La Mina prosiguiendo con el sondeo, y, al mismo tiempo en El Forno, con el objetivo de iniciar las excavaciones sistemáticas. En esta última cata, las excavaciones continuaron hasta su finalización en 2013. En 2011 se inició la excavación en extensión en La Mina, trabajos que continúan en la actualidad, con la excepción de la campaña de 2012, año en el que no se intervino en esta zona. A partir del 2016, se retomaron los trabajos en la Cala 1, con el objetivo de recuperar y ampliar la superficie excavada en 2007. Hoy en día, los trabajos continúan en la Cala 1 y en La Mina, excavando superficies que llegan hasta los 300m² de extensión en cada localidad (Figura 2.1).



Figura 2.1. a) Trabajos de excavación en la localidad de La Mina (año 2018); b) Trabajos de excavación en la localidad de la Cala 1 (año 2018). (Fotografías: P. Saladié).

2.1.3 Secuencia estratigráfica

El barranco actual donde está localizado el Barranc de la Boella (Figura 2.2) dejó al descubierto una sección que puede alcanzar los 9m. de potencia (Rosas et al., 2015).



Figura 2.2. Imagen del actual barranco que deja al descubierto la sección (Fotografía: P. Saladié).

La secuencia sedimentaria se ha caracterizado a partir de cuatro afloramientos principales (Cala 1, La Mina, El Forn y Perfil 1) y consta de unos 9m. de potencia en la que se han identificado seis unidades litoestratigráficas, nombradas I-VI de base a techo, y cuya descripción detallada puede consultarse en Vallverdú y colegas (Vallverdú et al., 2014a, 2014b):

- La Unidad I, con un espesor variable que puede alcanzar los 1.5 m., está compuesta tanto de lechos con gravas de esquisto bien estratificadas que pueden presentar o no fangos rojizos azoicos, como de lechos arenosos masivos de tonalidades gris-verdosas con gravillas gradadas dentro de surcos lenticulares, aunque éstos últimos son menos frecuentes. Esta unidad cubre en discordancia erosiva las arcillas miopliocenas de la Unidad 0 (Vallverdú et al., 2014a).
- La Unidad II concentra la mayor densidad de materiales arqueológicos, llega a alcanzar los 2m de potencia y está localizada sobre la Unidad I mediante una discordancia erosiva. La secuencia de esta unidad se caracteriza por una mala estratificación de arenas y gravas, dominando en la base los lechos mal estratificados formados por clastos de esquistos (de tamaño grava media) soportados por una matriz de arenas gris-verdosas, mientras que en

la parte superior dominan los lechos de arena gris-verdosa y gravas finas gradadas en surcos (Vallverdú et al., 2014a). En esta Unidad se han identificado una serie niveles arqueológicos en cada localidad. Así, en El Forn se han identificado hasta seis niveles (2 a 7), mientras en La Mina y la Cala 1 se han identificado cuatro (1 a 4) y dos niveles (2 y 3), respectivamente.

- La Unidad III cuenta con un espesor uniforme de 2m y está compuesta principalmente por fangos verdosos masivos, aunque puede presentar alguna discontinuidad en su secuencia debido a la presencia de cantos y gravillas. En esta unidad se ha podido identificar un nivel arqueológico tanto en la Cala 1 como en El Forn.
- La Unidad IV alcanza los 2 m. de potencia y se compone por fangos arenosos verdes interestratificados con surcos y pequeños canales rellenos de grava de esquisto.
- La Unidad V, que llega a alcanzar los 3 m. de potencia en La Mina, aunque disminuye su espesor en El Forn, está compuesta por barros masivos.
- La Unidad VI presenta un máximo de 2 m. de espesor y está compuesta por lechos horizontales de arenas rojo-amarillentas y gravas (Vallverdú et al., 2014a).

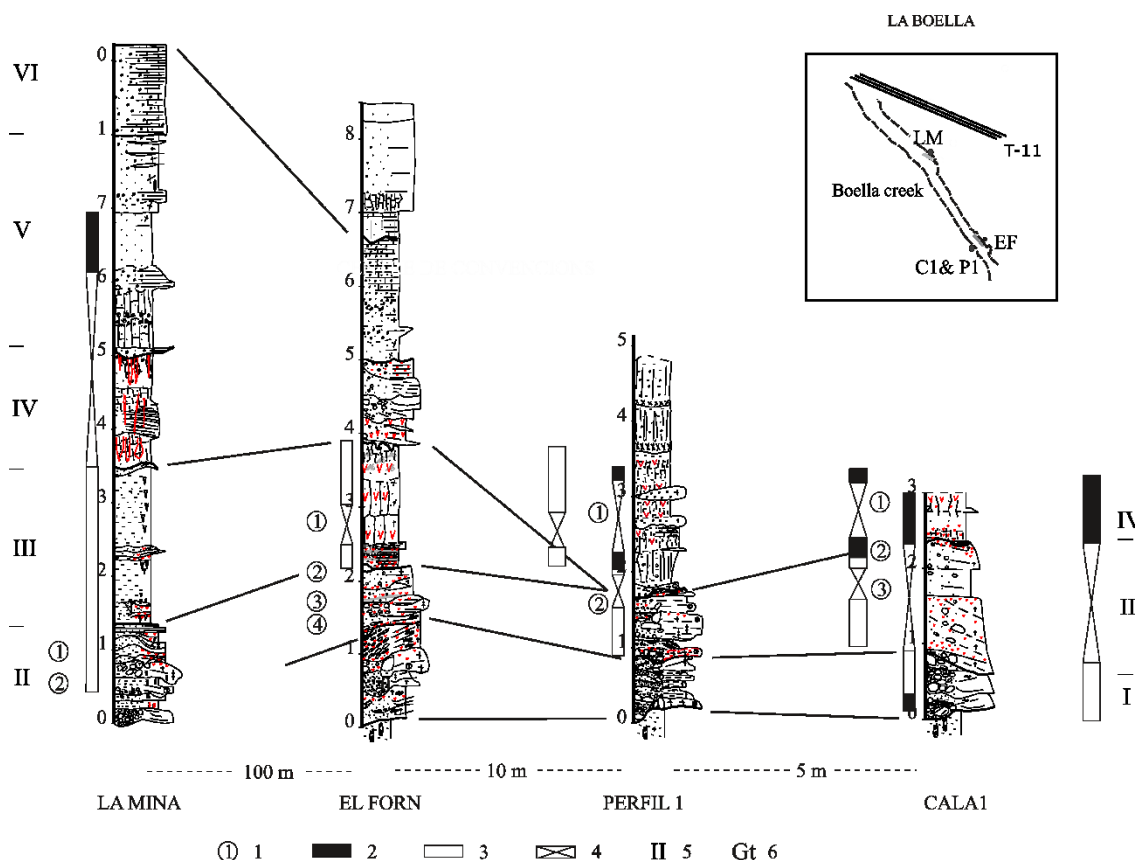


Figura 2.3. Registros estratigráficos de las localidades del Barranc de la Boella. Leyenda 1: lecho arqueológico; 2: polaridad magnética inversa; 3: polaridad magnética normal; 4: polaridad magnética indeterminada; 5: unidades litoestratigráficas. Modificado de Vallverdú et al (2014a).

La identificación de especies como *Mammuthus meridionalis* y *Mimomys savini* en la Unidad II de todas las localidades, junto con la identificación de *Hippopotamus antiquus* en la Unidad II de

La Mina y El Forn permitió sugerir una cronología mínima de 700 ka en los trabajos preliminares realizados en este yacimiento (Saladié et al., 2008; Vallverdú et al., 2008).

Posteriormente, los trabajos de paleomagnetismo permitieron identificar un cambio de polaridad magnética en la base de la Unidad IV, registrando una polaridad negativa o inversa en las Unidades I, II y III (Vallverdú et al., 2014b). Estos resultados, junto con la asociación de los arvicolinos *Mymomys savini* y *Victoriamys chalinei* en la Unidad II (Lozano-Fernández et al., 2014), permitió correlacionar las Unidades I, II y III con el chron Matuyama, localizando la inversión Matuyama-Bruhnes (780ka) en la base de la Unidad IV. Estos estudios permitieron establecer un rango cronológico para la Unidad II de 900-780 ka (Lozano-Fernández et al., 2014).

Dichas horquillas cronológicas se vieron refrendadas por los análisis de núclidos cosmogénicos realizados sobre diversas muestras de la Unidad II, cuyos resultados permitieron estimar un rango de entre 960-780ka (Vallverdú et al., 2014b), estableciendo una relación temporal entre las tres localidades de el Barranc de la Boella -El Forn, La Mina y Cala 1- como pene-contemporáneas (Mosquera et al., 2016; Vallverdú et al., 2014b).

2.1.4 Yacimientos arqueológicos

2.1.4.1 Cala 1

Como hemos visto, los trabajos en la Cala 1 se han realizado en dos fases. Los estudios realizados sobre los materiales arqueológicos recuperados durante la intervención preventiva de 2007 se centraron en el nivel 2 de la Unidad II (II.2) en donde se recuperaron 550 restos de macromamíferos (Saladié et al., 2008; Vallverdú et al., 2008) y 125 restos de industria lítica (Mosquera et al., 2016, 2015).

El conjunto faunístico está compuesto fundamentalmente por restos de *Mammuthus meridionalis* (n=485) (Figura 2.4a), aunque también se ha documentado la presencia testimonial de otras especies como *Dama vallonetensis* (n=4) y *Equus altidens* (n=1) (Mosquera et al., 2015).

Los restos de este proboscídeo se corresponden a un único individuo adulto -aunque se ha identificado un fragmento de diente de un individuo neonatal-, en semi-conexión anatómica, del que se han recuperado principalmente restos craneales y dentales, aunque también elementos post-craneales, como una escápula y fragmentos de costillas y vértebras. Destaca la presencia de dos fragmentos de costilla con posibles marcas de corte (Mosquera et al., 2015). A pesar de que el alto grado de meteorización que presentan los huesos dificultan la observación y correcta caracterización de modificaciones en las superficies óseas, estudios experimentales realizados

recientemente han propuesto su identificación como marcas de corte en base a la conservación de dos características: simetría y morfología en forma de V (Pineda et al., 2019).

Por otro lado, el registro fósil se caracteriza por presentar pocas modificaciones post-deposicionales, entre las que se pueden distinguir pigmentaciones de óxido de manganeso y hierro, *cracking*, muescas producidas por *trampling*, y redondeamientos y pulidos, afectando a porcentajes muy bajos del conjunto (Mosquera et al., 2015).



Figura 2.4: a) Excavación de los restos de *Mammuthus meridionalis* en el nivel II.2 (año 2007); b) Pico sobre lasca de esquisto y herramienta de sílex recuperados en la Cala 1 (año 2007) (Fotografías: P. Saladié).

El conjunto lítico recuperado en esta primera fase está compuesto principalmente por lascas (n=45), fragmentos de lascas y lascas fracturadas (n=37) y fragmentos (n=21), a los que hay que sumar lascas retocadas (n=8), núcleos (n=3) y un *Large Cutting Tool* (LCT) que corresponde a un pico realizado en esquisto (Figura 2.4b), además de tres percutores y ocho cantos con marcas de percusión (Mosquera et al., 2015). La mayor parte de este conjunto está realizado en sílex (77.6%), especialmente en lo referente a los productos de talla (85%), recuperándose otras materias primas como esquisto, cuarzo, arenisca y granito, aunque con una frecuencia menor (Mosquera et al., 2016, 2015).

El nivel II.2 de La Cala 1 se ha interpretado como un *butchering site* (Isaac, 1967; Leakey, 1971). Se trataría de un único evento en el que un grupo de homínidos explotaron la carcasa de un *Mammuthus meridionalis*, lo que indicaría una alta resolución temporal del contexto (Mosquera et al., 2015; Vallverdú et al., 2014b). Tanto la acumulación de restos como la ausencia de selección de las partes más nutritivas sugieren que este individuo murió *in situ* o cerca del lugar donde se ha recuperado. Aunque no se ha podido establecer ni el tipo de acceso a la carcasa, ni la causa de la muerte de este gran proboscídeo se han contemplado tres posibilidades: i) aprovechamiento de la carcasa de un mamut muerto por causas naturales o accidentales, ii) persecución y conducción del mamut a lugares fangosos, donde fue cazado y procesado por los homínidos, o, iii) caza activa llevada a cabo por los grupos humanos (Mosquera et al., 2015; Vallverdú et al., 2014a).

Con respecto a los niveles III.1 y II.3, todavía se encuentran en estudio. No obstante, la industria lítica recuperada es escasa, ya que en el nivel II.3 se han recuperado únicamente 29 piezas, entre las que destaca un pequeño pico realizado sobre un canto de esquisto, mientras en el nivel III.1 se han recuperado hasta el momento 72 piezas (Tabla 2.1;Tabla 2.2).

El conjunto lítico del nivel II.2, por su parte, se ha ido ampliando hasta las 386 piezas líticas recuperadas en la actualidad, ya que en 2016 se retomaron las excavaciones ampliando la superficie excavada hasta los 300m² y recuperándose más restos arqueológicos, cuyo estudio se encuentra en curso. Para la realización de esta Tesis Doctoral se analizaron los núcleos y grandes instrumentos sobre canto procedentes del nivel II.2 de la Cala 1 recuperados hasta el año 2020.

	BN	BNA	BNB	BNC	BND	BN1G	BN2G	BN1GC	BN2GC	FBN2GC	BN1GE	BN2GE	FBN1GE	BP	BPF	FBP	BLOC	YUNQUE	FRAG	INDET	TOTAL
II	36	3	4	7	3	1	1	6	20		11	4	4	136	42	50	1	1	80	5	415
2	32	3	4	6	3	1	1	5	18		11	4	3	135	42	50		1	62	5	386
GRES	2		1	1	1						1										6
LIDITA	5													1				1	3		10
SÍLEX	7					1	1		17		9	4	3	123	41	46			24		276
ESQUISTO	11	1		2	2			5	1		1			7	1	2			4	4	41
CUARZO	2													4		2			29		37
OTRAS ROCAS	1	1																	1	1	4
CUARCITA	4	1	1	1															1		8
GRANITO			2	2																	4
3	4			1				1	2				1	1			1		18		29
LIDITA																			1		1
SÍLEX	1								1				1	1					6		10
ESQUISTO	2			1				1									1		1		6
CUARZO	1								1										7		9
OTRAS ROCAS																			3		3
III	1	1	1						6	1	1			20	10	11	2		18		72
1	1	1	1						6	1	1			20	10	11	2		18		72
LIDITA																			3		3
SÍLEX	1								5	1				18	8	11			6		50
ESQUISTO									1		1			1	1				2		6
CUARZO															1		2		4		7
OTRAS ROCAS																			1		1
CUARCITA				1																	1
GRANITO			1																		1
CALIZA														1					2		3
TOTAL	37	3	5	8	3	1	1	6	26	1	12	4	4	156	52	61	3	1	98	5	487

Tabla 2.1. Composición del conjunto lítico recuperado en la Cala 1 por materias primas y categorías estructurales.

	BN	BNA	BNB	BNC	BND	BN1G	BN2G	BN1GC	BN2GC	FBN2GC	BN1GE	BN2GE	FBN1GE	BP	BPF	FBP	BLOQUE	YUNQ.	FRAG	IND	TOTAL
II	8.67%	0.72%	0.96%	1.69%	0.72%	0.24%	0.24%	1.45%	4.82%	0%	2.65%	0.96%	0.96%	32.77%	10.12%	12.05%	0.24%	0.24%	19.28%	1.20%	85.22%
2	8.29%	0.78%	1.04%	1.55%	0.78%	0.26%	0.26%	1.30%	4.66%	0%	2.85%	1.04%	0.78%	34.97%	10.88%	12.95%	0%	0.26%	16.06%	1.30%	79.26%
GRES	33.33%	0%	16.67%	16.67%	16.67%	0%	0%	0%	0%	0%	16.67%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.23%
LIDITA	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	10%	30%	0%	2.05%
SÍLEX	2.54%	0%	0%	0%	0%	0.36%	0.36%	0%	6.16%	0%	3.26%	1.45%	1.09%	44.57%	14.86%	16.67%	0%	0%	8.70%	0%	56.67%
ESQUISTO	26.83%	2.44%	0%	4.88%	4.88%	0%	0%	12.20%	2.44%	0%	2.44%	0%	0%	17.07%	2.44%	4.88%	0%	0%	9.76%	9.76%	8.42%
CUARZO	5.41%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10.81%	0%	5.41%	0%	0%	78.38%	0%	7.60%
OTRAS ROCAS	25%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	0.82%
CUARCITA	50%	12.50%	12.50%	12.50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	12.50%	0%	1.64%
GRANITO	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.82%
3	13.79%	0%	0%	3.45%	0%	0%	0%	3.45%	6.90%	0%	0%	0%	3.45%	3.45%	0%	0%	3.45%	0%	62.07%	0%	5.95%
LIDITA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0.21%
SÍLEX	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	10%	10%	0%	0%	0%	0%	60%	0%	2.05%
ESQUISTO	33.33%	0%	0%	16.67%	0%	0%	0%	16.67%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	16.67%	0%	16.67%	0%	1.23%
CUARZO	11.11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	11.11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	77.78%	0%	1.85%
OTRAS ROCAS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0.62%
III	1.39%	0%	1.39%	1.39%	0%	0%	0%	0%	8.33%	1.39%	1.39%	0%	0%	27.78%	13.89%	15.28%	2.78%	0%	25%	0%	14.78%
1	1.39%	0%	1.39%	1.39%	0%	0%	0%	0%	8.33%	1.39%	1.39%	0%	0%	27.78%	13.89%	15.28%	2.78%	0%	25%	0%	14.78%
LIDITA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0.62%
SÍLEX	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	2%	0%	0%	0%	36%	16%	22%	0%	0%	12%	0%	10.27%
ESQUISTO	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	16.67%	0%	16.67%	0%	0%	16.67%	16.67%	0%	0%	0%	33.33%	0%	1.23%
CUARZO	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14.29%	0%	28.57%	0%	57.14%	0%	1.44%
OTRAS ROCAS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0.21%
CUARCITA	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.21%
GRANITO	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.21%
CALIZA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33.33%	0%	0%	0%	0%	66.67%	0%	0.62%
TOTAL	7.60%	0.62%	1.03%	1.64%	0.62%	0.21%	0.21%	1.23%	5.34%	0.21%	2.46%	0.82%	0.82%	32.03%	10.68%	12.53%	0.62%	0.21%	20.12%	1.03%	100%

Tabla 2.2. Composición del conjunto lítico recuperado en la Cala 1 por materias primas y categorías estructurales (frecuencia).

2.1.4.2 La Mina

En el año 2008 comenzó la realización de un sondeo de 9m² en esta localidad, superficie que se fue ampliando hasta los 40-45m² y que en la actualidad se encuentra en el nivel II.4. En esta superficie se realizó un sondeo de 2m² en el que se recuperó un diente de rinoceronte, que se adscribió provisionalmente al nivel II.5. Además, estos trabajos han ido ampliando la superficie de excavación hasta llegar a los 300m², que hoy en día se encuentran en la base del nivel II.1.

En la Unidad II de la Mina se han identificado y excavado parcialmente cuatro niveles arqueostratigráficos hasta la fecha. El nivel II.2 presenta una mayor abundancia de restos faunísticos y diversidad taxonómica (Pineda et al., 2015, 2017b), mientras el nivel II.3 se ha interpretado como una letrina de hienas (Pineda et al., 2017a), dada la predominancia de coprolitos recuperados y la relación espacial existente entre ellos. Los estudios preliminares del nivel II.4, aún en fase de excavación en el sector inicial de 40m², apuntan a una actividad intensa de carnívoros (Pineda, 2018).

En la Unidad II de La Mina se han recuperado un gran número de taxones de macrofauna, tanto de cérvidos (Megacerini indet., *Dama vallonetensis*, *Capreolus* sp.), équidos (*Equus altidens*), así como megaherbívoros (*Hippopotamus antiquus*, *Mammuthus meridionalis*) y carnívoros como *Ursus deningeri*, *Canis mosbachensis*, *Panthera* sp., *Lynx pardinus* y *Vulpes* sp. (Madurell-Malapeira et al., 2019), a los que hay que sumar la presencia de hiena, inferida a partir de sus coprolitos y de las modificaciones tafonómicas atribuidas a este taxón (Pineda et al., 2017a). También se han recuperado restos de *Macaca sylvanus* cf. *fiorentina* (Vallverdú et al., 2014a).

Con respecto a la industria lítica, en las Unidades IV y V se han recuperado tres herramientas, mientras que en la Unidad VI se han recuperado 13 artefactos, entre los que destaca una lasca Levallois (Mosquera et al., 2016).

En relación con el conjunto lítico de la Unidad II, Mosquera y colegas (2016) presentaron la industria recuperada hasta el 2016, que asciende a un total de 80 herramientas líticas. Este conjunto está compuesto de lascas, lascas fragmentadas y fragmentos de lasca, núcleos, lascas retocadas (principalmente denticulados carenados y muescas), *chopper-cores*, así como percutores, material percusivo y fragmentos de talla. Este conjunto se realizó en una amplia gama de materiales como esquisto, cuarcita, cuarzo, arenisca, pórfido, granito y especialmente sílex, el material más abundante dentro del conjunto (n=61) y que concentra el 95% de los productos de talla, así como la totalidad de los núcleos recuperados. Igualmente destaca la ausencia de LCT en el conjunto.

Pese a la presencia de restos líticos y faunísticos, las evidencias de antropización de las carcasas se limitan a algunos huesos largos con signos de fracturación antrópica (Pineda et al., 2015). Las superficies óseas de La Mina se encuentran alteradas, como consecuencia de la lixiviación de los elementos solubles de los sedimentos (Pineda et al., 2014). Esta alteración podría explicar la ausencia de marcas de corte, si bien es cierto que la relación fauna-industria no ha podido ser demostrada (Pineda et al., 2017b). Esta localidad se ha interpretado como un lugar de tránsito frecuentado tanto por homínidos como por otros carnívoros, debido a la existencia de recursos de interés para ambos agentes (agua, presas y, en el caso de los homínidos, materias primas para la fabricación de herramientas), en el que se produciría un contexto de alta competencia entre ambos agentes por los recursos (Pineda et al., 2017b). La acumulación de los restos líticos y faunísticos no responde en exclusiva a la acción de un único agente acumulador -tal vez con la excepción del nivel II.3, en el que las hienas serían el agente que dio lugar a la acumulación de coprolitos-, sino que se debe a la sucesión de múltiples eventos independientes que transcurren durante un período prolongado de tiempo (Pineda, 2018; Pineda et al., 2017b, 2015).



Figura 2.5. Superficie de excavación de la Unidad II de la Mina (año 2008). (Fotografía: P. Saladié).

	BN	BNA	BNB	BNC	BND	BN1G	FBN1G	BN2G	BN1GC	BN2GC	FBN2GC	BN1GE	FBN1GE	FBN2GE	BP	BPF	FBP	BLOQUE	FRAG	INDET	TOTAL
II	8	1	3	10	3	3	2	4	9	15	1	10	1	1	127	40	72	97	37	1	445
1	2			3	2	1	1	1	3	5	1				40	9	25	15	7		115
SÍLEX						1	1	1		5	1				37	9	24		4		83
ESQUISTO	1			1	1				2									12			19
CUARZO				1													1		1		3
OTRAS																		2			2
ROCAS																					
CUARCITA	1				1										1			1	1		5
GRANITO				1															1		2
PÓRFIDO									1												1
2	5		2	5	1			6	7			3	1	1	28	14	12	19	17		121
GRES			1	2	1					1									2		7
LIDITA																				1	1
SÍLEX									1	6		3	1	1	25	14	12		13		76
ESQUISTO			1	2					4									1			8
CUARZO	2			1											3				3		9
OTRAS																		7			7
ROCAS																					
CUARCITA	1								1									2			4
GRANITO	2																	5			7
CALIZA																		2			2
3		1	1	1						1		5			38	9	9	61	13		139
SÍLEX										1		5			36	9	9		11		71
ARENISCA																		1			1
ESQUISTO			1												1			50	1		53
CUARZO		1																	1		2
OTRAS																		7			7
ROCAS																					
CUARCITA																		3			3
CALIZA															1						1
PÓRFIDO				1																	1
4	1			1		2	1	3		2		2			21	7	26			1	67
SÍLEX						1	1	3		2		2			21	7	26			1	64
ESQUISTO	1																				1
CUARCITA						1															1
GRANITO				1																	1
5																		2			2
ESQUISTO																		1			1
CALIZA																		1			1
-																	1				1
SÍLEX																	1				1
III								1		1					1						3
-								1		1					1						3
SÍLEX								1		1					1						3
TOTAL	8	1	3	10	3	3	2	5	9	16	1	10	1	1	128	40	72	97	37	1	448

Tabla 2.3. Composición del conjunto lítico recuperado en La Mina por materias primas y categorías estructurales.

2.1.4.3 *El Forn*

Esta localidad, situada 180 m. al sur de La Mina y justo enfrente de la Cala 1, se empezó a excavar en el año 2008, abarcando inicialmente una superficie de 12m², aunque posteriormente se amplió hasta los 68m². El registro arqueológico procede de las Unidades estratigráficas III (nivel 1) y II en donde se distribuyen hasta siete niveles (niveles 2-7), aunque en general éstos se presentan lateralmente discontinuos sin una estructuración vertical clara (Rosas et al., 2015). En 2013, tras alcanzar la base de la Unidad II y comprobar a través de un sondeo realizado en los niveles inferiores (niveles 5-7) que se trata de conjuntos paleontológicos con una densidad de materiales baja, se dio por concluida la excavación (Pineda, 2018).

La excavación en extensión se centró en los niveles 1 al 4. En el nivel 1, correspondiente a la Unidad III, se han recuperado 178 restos de fauna -principalmente cérvidos- y siete herramientas líticas (Mosquera et al., 2016).

Los niveles 2, 3 y 4 se corresponden a la Unidad II. El conjunto faunístico de los niveles 2 y 3 está formado por 306 restos de fauna, presentando una amplia lista taxonómica que incluye *Mammuthus meridionalis*, *Megacerini* indet., *Dama vallonetensis*, *Equus altidens*, *Bison schoetensacki*, *Hippopotamus antiquus*, *Stephanorinus hundsheimiensis*, *Ursus deningeri* y *Castor* sp. (Vallverdú et al., 2014b).

La industria lítica consta de 100 piezas realizadas en sílex, esquisto, cuarzo, cuarcita, arenisca y granito, y está compuesta por lascas completas y fragmentadas, fragmentos de lasca, lascas retocadas, *choppers* y *chopper-cores*, núcleos, retocados sobre canto de pequeño formato, fragmentos de talla, material percusivo y percutores. Lo más destacado del conjunto es la presencia de un LCT, descrito como un *cleaver-like tool*, realizado sobre una lasca masiva de gran tamaño en la que se configura una morfología similar a un hendedor mediante una única generación de levantamientos muy invasivos. En el nivel 4 únicamente se han recuperado siete herramientas líticas y 234 restos faunísticos (Mosquera et al., 2016).

El Forn, al igual que La Mina, representaría un yacimiento al aire libre cuya acumulación es un palimpsesto, resultado de la agregación de múltiples eventos independientes. No obstante, en este caso, a partir de las ratios de diferentes partes anatómicas, se ha inferido que esta localidad estaría reflejando contextos de baja y moderada competencia entre carnívoros y homínidos (Pineda, 2018; Pineda et al., 2017b).



Figura 5: a) Vista general de El Forn, b) superficie de excavación, c) perfil del sondeo realizado en la campaña de 2013. (Fotografías: P. Saladié).

	BN	BNA	BNB	BNC	BN1GC	BN2GC	FBN2GC	BN1GE	BP	BPF	FBP	BLOC	FRAG	TOTAL
II	7	1	5	6	7	6	1	9	49	9	6		21	127
2			2	5	3	6	1	7	40	7	4		10	85
SÍLEX						5	1	6	40	6	4		7	69
ESQUISTO				5	1	1				1				8
CUARZO			1					1					2	4
OTRAS ROCAS													1	1
CUARCITA		1			1									2
GRANITO					1									1
3	4		2	1	2			2	4	1	1		3	20
GRES				1										1
SÍLEX								2	4	1	1		3	11
ESQUISTO	2		2		2									6
CUARZO	2													2
4	3	1	1		2				5	1	1		7	21
SÍLEX	1								4	1	1		7	14
ESQUISTO	1				2				1					4
OTRAS ROCAS	1													1
CUARCITA		1	1											2
5													1	1
SÍLEX													1	1
III	2		2	1				1	1		1	1	1	10
1	2		2	1				1	1		1	1	1	10
SÍLEX								1	1		1			3
ESQUISTO	2		2	1								1	1	7
TOTAL	9	1	7	7	7	6	1	10	50	9	7	1	22	137

Tabla 2.5. Composición del conjunto lítico recuperado en El Forn por materias primas y categorías estructurales.

	BN	BNA	BNB	BNC	BN1GC	BN2GC	FBN2GC	BN1GE	BP	BPF	FBP	BLOC	FRAG	TOTAL
II	5.51%	0.79%	3.94%	4.72%	5.51%	4.72%	0.79%	7.09%	38.58%	7.09%	4.72%	0%	16.54%	92.70%
2	0%	0%	2.35%	5.88%	3.53%	7.06%	1.18%	8.24%	47.06%	8.24%	4.71%	0%	11.76%	62.04%
SÍLEX	0%	0%	0%	0%	0%	7.25%	1.45%	8.70%	57.97%	8.70%	5.80%	0%	10.14%	50.36%
ESQUISTO	0%	0%	0%	62.50%	12.50%	12.50%	0%	0%	0%	12.50%	0%	0%	0%	5.84%
CUARZO	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	50%	2.92%
OTRAS ROCAS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0.73%
CUARCITA	0%	0%	50%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.46%
GRANITO	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.73%
3	20%	0%	10%	5%	10%	0%	0%	10%	20%	5%	5%	0%	15%	14.60%
GRES	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.73%
SÍLEX	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	18.18%	36.36%	9.09%	9.09%	0%	27.27%	8.03%
ESQUISTO	33.33%	0%	33.33%	0%	33.33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4.38%
CUARZO	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.46%
4	14.29%	4.76%	4.76%	0%	9.52%	0%	0%	0%	23.81%	4.76%	4.76%	0%	33.33%	15.33%
SÍLEX	7.14%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	28.57%	7.14%	7.14%	0%	50%	10.22%
ESQUISTO	25%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	2.92%
OTRAS ROCAS	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.73%
CUARCITA	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.46%
5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0.73%
SÍLEX	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0.73%
III	20%	0%	20%	10%	0%	0%	0%	10%	10%	0%	10%	10%	10%	7.30%
1	20%	0%	20%	10%	0%	0%	0%	10%	10%	0%	10%	10%	10%	7.30%
SÍLEX	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33.33%	33.33%	0%	33.33%	0%	0%	2.19%
ESQUISTO	28.57%	0%	28.57%	14.29%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14.29%	14.29%	5.11%
TOTAL	6.57%	0.73%	5.11%	5.11%	5.11%	4.38%	0.73%	7.30%	36.50%	6.57%	5.11%	0.73%	16.06%	100%

Tabla 6. Composición del conjunto lítico recuperado en El Forn por materias primas y categorías estructurales (frecuencia).

2.1.5 Contexto paleoecológico

Los restos de microfauna, aunque escasos, muestran la abundancia de *Mimomys savini*, que, junto con la concurrencia de otras especies de hábitos acuáticos como el hipopótamo (*Hippopotamus antiquus*) o el castor (*Castor* sp.) (Pineda et al., 2017b, 2015) serían indicativos de la presencia de una capa de agua permanente (Lozano-Fernández et al., 2015). Otros taxones, como el *Mammuthus meridionalis* o *Equus altidens*, permiten inferir un biotopo caracterizado por espacios abiertos con grandes masas de agua estables (Vallverdú et al., 2014a).

Por su parte, la identificación de especies como el jabalí (*Sus strozzi*) y macaco (*Macaca sylvanus* cf. *fiorentina*) parecen indicar la proximidad de zonas de bosque de ribera. Esta lista taxonómica se completa con los ungulados (*Stephanorhinus hundsheimensis*, Megacerini indet, *Dama vallonetensis*) y carnívoros (*Ursus deningeri*, *Canis mosbachensis*, *Panthera* sp., *Lynx pardinus* y *Vulpes* sp.), así como la hiena, documentada a través de la presencia de coprolitos y otras evidencias tafonómicas indirectas (Pineda et al., 2017a, 2015; Vallverdú et al., 2014a, 2014b).

Unidad Litoestratigráfica	Cala 1			La Mina				El Forn						
	III			II			III				II			
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7
Nivel Arqueológico														
<i>Macaca silvanus</i> cf. <i>fiorentina</i>						x								
<i>Mammuthus meridionalis</i>		x	x		x				x	x	x			
<i>Hippopotamus antiquus</i>				x	x	x		x	x	x	x	x		
<i>Stephanorhinus hundsheimensis</i>								x	x	x	x			x
Megalocerini indet					x			x	x	x	x			
<i>Dama vallonetensis</i>		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
Cervidae indet					x			x	x	x	x			
<i>Capreolus</i> sp.*														
<i>Bison schoetensacki</i>				x					x	x	x			
<i>Equus altidens</i>			x	x	x			x	x	x	x	x		
<i>Sus strozzi</i>								x						
<i>Castor</i> sp.													x	
<i>Ursus deningeri</i>				x	x							x		
<i>Panthera</i> sp. (talla grande)					x									
<i>Lynx pardinus</i>					x									
<i>Canis mosbachensis</i>					x									
<i>Vulpes</i> sp.					x									
<i>Chelonia</i>					x									
Leporidae					x						x			
Aves					x			x	x	x				

Tabla 7. Listado de taxones identificados en el Barranc de la Boella. Extraído de Vallverdú et al., 2014 y modificado a partir de Pineda et al., 2017a y Madurell-Malapeira et al., 2019). Los niveles correspondientes a la Cala 1 III.1 y La Mina II.4 se encuentran en estudio. *Esta especie se ha identificado según Madurell-Malapeira et al., (2019), no obstante, en ese trabajo no se especifica en qué localidad.

A esta amplia variedad de recursos bióticos hay que sumarle un gran abanico de recursos abióticos. Así, las materias primas sobre las que se han realizado los diferentes conjuntos líticos (sílex, esquisto, arenisca, cuarzo, cuarcita, pórfido, granito y gres) son locales y estaban disponibles en los depósitos cuaternarios. Predominan las litologías metamórficas, especialmente las diferentes variedades de esquisto. Las rocas ígneas también son abundantes (especialmente el granito y el cuarzo vetado), mientras que las rocas sedimentarias como la arenisca y sílex están menos representadas (Mosquera et al., 2016). Por lo tanto, se trataba de un entorno con una gran disponibilidad de recursos cárnicos, vegetales, hídricos y litológicos al alcance de estos homínidos (Pineda et al., 2017b).

Las características de las tres localidades no permiten determinar que se trate de lugares de habitación o de residencia, sino que se corresponderían con lugares de abastecimiento de recursos. En este sentido, mientras el nivel II.2 de la Cala 1 representa un *butchering site* de un único evento, en La Mina y El Forn se ha documentado una presencia “de fondo” por parte de estos homínidos (Rosas et al., 2015), en los que las acumulaciones de restos faunísticos y líticos se producen por la suma de múltiples episodios independientes, pero que reflejan contextos de alta y baja/moderada competencia entre homínidos y carnívoros, respectivamente.

Estos cambios a nivel de competencia son debidos probablemente a oscilaciones en las dinámicas ecológicas o a la naturaleza del origen de las acumulaciones (Pineda, 2018). En los niveles donde la competencia inferida es mayor (p. ej., nivel II.2 de La Mina) es donde hay una actividad más intensa de los grupos humanos y de otros depredadores, y la variedad taxonómica registrada también es mayor, lo que indicaría que la intensidad de las ocupaciones o actividades probablemente está más relacionada con la disponibilidad y abundancia de recursos que con la presencia/ausencia de otros depredadores. Ello, a su vez, confirmaría la gran capacidad de respuesta adaptativa por parte de estos grupos humanos a diferentes contextos y fluctuaciones ambientales (Pineda, 2018).

Las características de los conjuntos líticos recuperados, entre las que destaca la presencia de herramientas estandarizadas de gran formato (pico y *cleaver-like tool*) y las características técnicas del resto del conjunto lítico (métodos de talla, gestión diferencial de la materia prima, etc.) han permitido determinar que el Barranc de la Boella supone la primera manifestación achelense en Europa (Mosquera et al., 2015, 2016; Vallverdú et al., 2014b).

En la presente Tesis Doctoral se ha adecuado el análisis tecnológico en función de las características de cada localidad. Así, en la Cala 1 se presentarán los resultados de los análisis realizados de los núcleos y configurados sobre canto pertenecientes al nivel II.2. En La Mina, dado que la excavación está todavía en progreso, se presentarán los núcleos y configurados

sobre canto recuperados en la Unidad II, sin hacer distinción entre los distintos niveles de dicha unidad. En El Forn, como hemos visto, la distinción entre niveles a veces es complicada, especialmente entre los niveles 2 y 3 (Mosquera et al., 2016), motivo por el que se presentarán los resultados de los niveles 2, 3 y 4 de forma conjunta. En las tres localidades se presentarán los materiales recuperados hasta la campaña del año 2020 incluida.

2.2 Sierra de Atapuerca

2.2.1 Situación geográfica

La sierra de Atapuerca se localiza entre las poblaciones de Ibeas de Juarros y Atapuerca, a 14 kilómetros al este de la ciudad de Burgos. La sierra está situada a una altitud media de 950 msnm, alcanzando los 1085 msnm en su punto más alto (Alto de San Vicente), y presenta una extensión que abarca aproximadamente 25km², así como una morfología alargada en dirección NNW-SSE.

Desde un punto de vista geográfico, la sierra se encuentra en la submeseta norte de la península ibérica, emergiendo entre los valles fluviales de los ríos Pico (al oeste), Vena (al norte) y Arlanzón (al sur) y limitando al este con la sierra de la Demanda. A su vez, está situada en el extremo occidental del corredor biogeográfico de La Bureba, un enclave natural de gran relevancia ya que comunica las cuencas hidrográficas del Ebro y del Duero, constituyendo un eje de comunicación principal entre el subcontinente europeo y la península ibérica.



Figura 2.6. Vista aérea de la sierra de Atapuerca. (Fotografía: IPHES)

Esta situación estratégica en donde convergen las vías naturales de comunicación norte-sur, que permiten el paso hacia el interior de la península ibérica a través del corredor de La Bureba, con las vías de comunicación este-oeste, vehiculadas a través de la cuenca del Duero, ha permitido la migración de grandes mamíferos y grupos humanos a lo largo del tiempo. Este carácter de paso natural, unido a la localización de la sierra -situada entre las subregiones mediterránea ibérica central, mediterránea ibérica occidental y atlántica europea-, proporciona un ecosistema con una gran diversidad de biotopos. En ellos confluyen una gran variedad de especies de fauna y flora. Todos estos elementos, junto con la presencia de cursos de agua y valles fluviales en un radio muy próximo, generan un escenario en donde se concentran un gran número de recursos bióticos y abióticos que hacen de la sierra de Atapuerca un lugar estratégico para las ocupaciones prehistóricas (García-Antón, 2016; García-Antón Trassierra and Mosquera, 2007; Rodríguez, 2004, 2006; Rodríguez et al., 2011).

2.2.2 Contexto geológico

Desde un punto de vista geológico, la sierra de Atapuerca se describe como un anticlinal tumbado mesozoico de tendencia NNW-SSE (Benito-Calvo, 2004; Pineda, 1997) y pertenece estructuralmente a la cordillera Ibérica. Este anticlinal está compuesto por dolomías, calcarenitas y calizas del cretácico superior, mientras en los flancos se desarrollan en discordancia angular conglomerados calizos y arcillas rojas de la sierra (Vallverdú, 2002). El extremo norte del anticlinal se encuentra afectado por fallas y cabalgamientos, que permitieron el afloramiento de los materiales más antiguos de la sierra (calizas y dolomías del Triásico inferior-Lías) (Benito-Calvo, 2004).

La morfología de esta zona es el resultado de una serie de fases de deformación, de erosión y de deposición durante el Terciario y el Cuaternario, asociadas a fases tectónicas y a las condiciones ambientales. Estas fases descritas detalladamente en (Benito-Calvo and Pérez-González, 2007) se pueden resumir en las siguientes:

- 1.- Durante el Oligoceno superior y Mioceno inferior se produce una fase tectónica de compresión que provoca la emergencia del relieve de la sierra. En esta fase se produce una erosión de las calizas mesozoicas resultado de unas condiciones muy húmedas, que conlleva, por un lado, la aparición de una superficie de erosión en los relieves (SE1) y, por otro, la acumulación de depósitos detríticos (conglomerados, arenas y arcillas) en la cuenca.
- 2.- En el límite entre el Mioceno inferior y medio se produce un aumento de las condiciones de aridez, así como un episodio de mayor elevación tectónica, generando una mayor diferencia de gradiente que dio lugar a la formación de una segunda superficie de erosión (SE2), mientras se producía una deposición de sedimentos procedentes de los sistemas aluviales del Mioceno medio en la cuenca.

3.- En el Mioceno medio se produce una nueva fase tectónica que produce tanto la deformación de esta segunda superficie de erosión y de los sedimentos detríticos depositados en la cuenca, como la “verticalización” de la sierra.

4.- En el Mioceno medio-superior se desarrollaron sistemas lacustres, cubriendo las unidades sedimentarias y extendiéndose por los bordes de la cuenca. Esto produjo la fosilización parcial de dichos sedimentos y de la superficie deformada del SE2. Estos materiales, depositados tanto en la cuenca como en sus márgenes, se conocen como “Calizas del Páramo Inferior” (LPS).

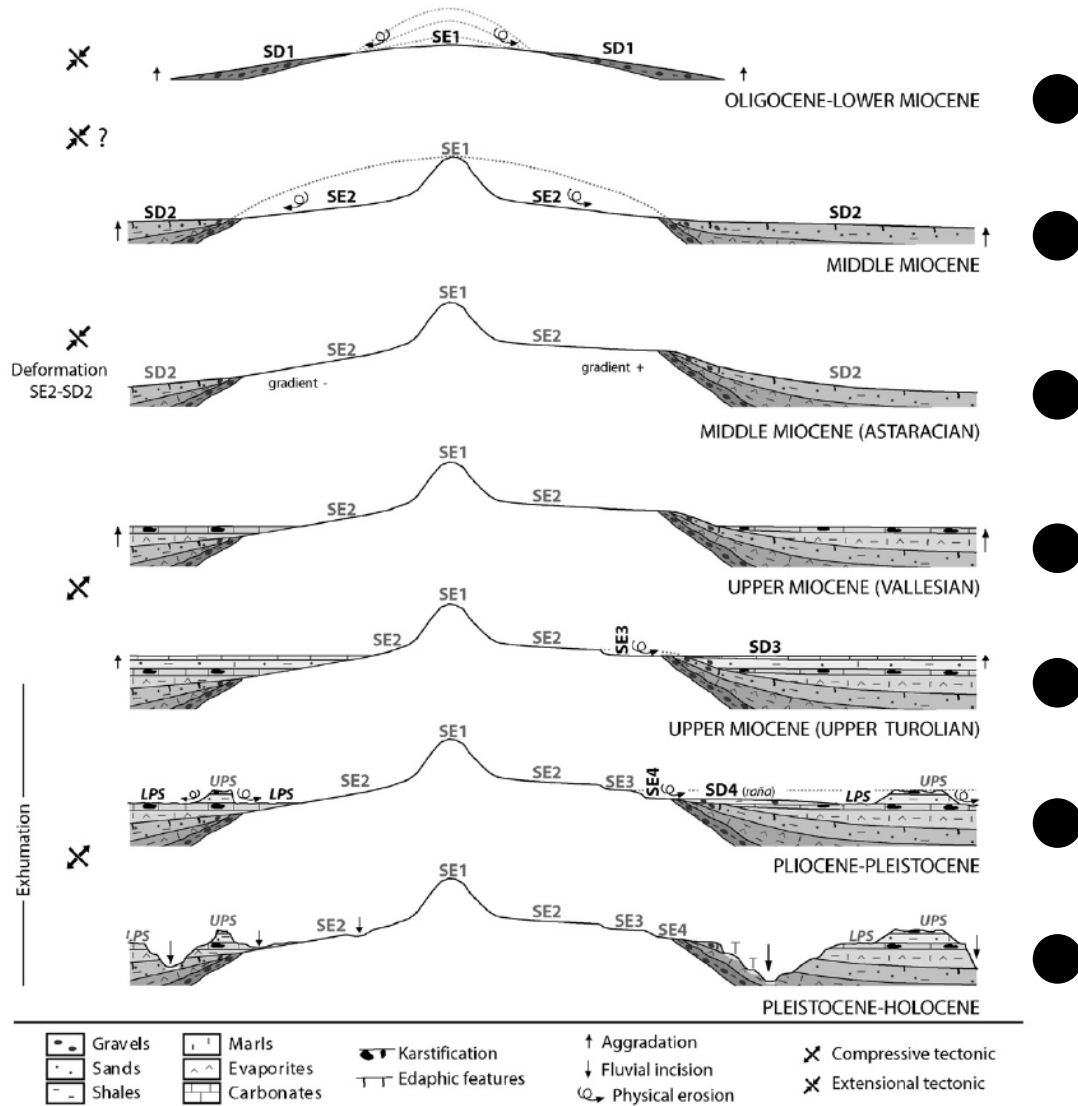


Figura 2.7. Modelo de evolución sintética del sector NE de la cuenca del Duero durante el desarrollo de las superficies de erosión neógenas (Benito-Calvo y Pérez-González, 2007).

5.- En el Mioceno superior, una fase tectónica de tipo extensional en la región, caracterizada por una aridez intensa, conduce a la formación de la tercera superficie de erosión (SE3). Simultáneamente, se produce la sedimentación de materiales aluviales y fluviales en la cuenca, generando un nivel calcáreo conocido como “Calizas del Páramo Superior” (UPS). De la

presencia de procesos de diversa índole (kársticos, fluviales, eólicos y edáficos) que afectan a la cima de este nivel se puede inferir una ruptura sedimentaria.

6.- En el Plioceno se produce una nueva fase erosiva que comienza con el inicio del vaciado de la cuenca del neógeno, a través de la apertura hacia el océano Atlántico, que afecta al tramo superior de la caliza del Mioceno superior (calizas de los Páramos) y que conduce a la formación de una cuarta superficie de erosión (SE4), así como a la sedimentación de los abanicos aluviales del Plio-Pleistoceno.

7.- A raíz de estos eventos, se implanta el sistema hidrográfico de la cuenca del Duero, continuando con el vaciado de la cuenca Neógena a medida que se incidía en los valles fluviales durante el Pleistoceno y el Holoceno.

En lo que concierne a la formación del sistema endokárstico, éste se desarrolla durante el Pleistoceno inferior y medio, en las calizas y dolomías marinas del Cretácico superior localizadas al sur de la sierra. Dicho sistema se compone de tres niveles de galerías subhorizontales controladas por el nivel freático (Ortega, 2009).

Estos niveles, conectados por salas y pozos vadosos verticales, están relacionados espacial y cronológicamente con algunas de las 15 terrazas fluviales del Arlanzón (Benito-Calvo, 2004; Benito-Calvo et al., 2017; Benito-Calvo and Pérez-González, 2015, 2002; Ortega et al., 2014, 2013), situándose en las terrazas correspondientes a +90m., +70m. y +60m. sobre el curso actual del río Arlanzón (Ortega et al., 2013, 2014).

El nivel inferior está compuesto por la Sima de los Huesos y Cueva del Silo, ambas de Cueva Mayor, la Cueva del Compresor y Cueva Peluda de la Trinchera. Del nivel intermedio forman parte los conductos pertenecientes a la Trinchera del Ferrocarril: Gran Dolina, Complejo Galería y Sima del Elefante, a los que es preciso sumar Galería del Silo y Galería baja de Cueva Mayor. Por último, el nivel superior lo conforman los conductos de Galería del Sílex, Salón del Coro, Galería de las Estatuas de Cueva Mayor, Cueva Fantasma y Mirador.

En estas cavidades se produjeron colapsos que se han ido sucediendo de forma más o menos frecuente desde, al menos, el Pleistoceno inferior (Ortega, 2009), conduciendo a su apertura al exterior, lo que permitió la entrada de grupos humanos y otros animales, así como el relleno de sedimentos alóctonos, formando así los depósitos arqueológicos que conocemos hoy en día.

2.2.3 Historia y desarrollo de las investigaciones

Durante la segunda mitad del siglo XIX comienzan las investigaciones arqueológicas en los yacimientos de la sierra de Atapuerca en forma de visitas, exploraciones y pequeñas intervenciones esporádicas, centradas fundamentalmente en la Cueva Mayor. En este período

destacan los trabajos de Sampayo y Zuaznívar (Sampayo and Zuaznívar, 1868), en donde se detallan aspectos geológicos, morfológicos y arqueológicos de dicha cavidad.

A finales del siglo XIX, la compañía británica “*The Sierra Company Limited*” realiza la construcción de una línea de ferrocarril entre Monterrubio de la Demanda y Villafría, que atravesaba el sector suroeste de la sierra de Atapuerca. Así, se excavó una trinchera dirección norte-sur de más de 500 metros de longitud y 20 de profundidad en las calizas cretácicas: la conocida Trinchera del Ferrocarril. Aunque el uso de esta infraestructura ferroviaria fue breve (1901-1917), la trinchera a su paso dejó al descubierto algunos conductos de este sistema kárstico rellenos de sedimento, como Sima del Elefante, Galería y Gran Dolina (Carbonell and Rodríguez-Álvarez, 1999).

Durante la primera mitad del siglo XX, la Trinchera del Ferrocarril, utilizada como cantera para la extracción de piedra caliza, estuvo lejos de los focos de la investigación prehistórica, siendo Cueva Mayor la que suscitaba mayor interés en términos arqueológicos, tras el descubrimiento por parte de Jesús Carballo de un yacimiento de la edad de Bronce con arte rupestre, cuyas muestras fueron estudiadas por Breuil y Obermaier en 1912.



Figura 2.8. Vista de la entrada a la Trinchera del Ferrocarril. (Fotografía: IPHES)

Sin embargo, no será hasta 1962 cuando el Grupo Espeológico Eldelweiss de Burgos descubre la existencia de fósiles en la Trinchera del Ferrocarril. En los años inmediatamente posteriores se realizan las primeras prospecciones y hallazgos de instrumentos líticos, así como las

primeras campañas de excavación -como la intervención realizada por Narciso Sánchez en 1968, bajo la dirección de Miquel Crusafont-, que permitieron recuperar un elevado número de restos faunísticos en Galería y Cueva de los Zarpazos. Unos años después, serían los estadounidenses Geoffrey A. Clark y Lawrence G. Straus los que dirigirán los trabajos arqueológicos, que se centraron tanto en la realización de un sondeo en Cueva Mayor, como de prospecciones en la Trinchera del Ferrocarril, documentando dos rellenos de la Trinchera con numerosos restos de fauna (Clark et al., 1979).

En 1976, Trinidad Torres excavó en la base del yacimiento de Gran Dolina y Galería, con el objetivo de encontrar restos de úrsidos para la realización de su Tesis Doctoral. Por esos motivos decidió excavar al año siguiente en Sima de los Huesos, ya que existían referencias de la abundancia de huesos de este animal. De este modo recuperó un gran número de huesos de oso, pero también de restos humanos- una mandíbula completa- a la que hay que sumar la que encontró fuera de contexto estratigráfico en Galería, restos que fueron estudiados por Emiliano Aguirre y Marie-Antoinette de Lumley (Aguirre et al., 1976; Aguirre and de Lumley, 1977).

Fruto del gran interés que suscitaban los yacimientos de la sierra de Atapuerca, E. Aguirre comenzó un proyecto de investigación en 1978 para realizar un estudio sistemático y multidisciplinar de estos yacimientos. En 1991, Eudald Carbonell, José María Bermúdez de Castro y Juan Luis Arsuaga cogerían el testigo como directores del proyecto, formando un equipo interdisciplinar de más de 40 investigadores (Carbonell and Rodríguez-Álvarez, 1999).

Es durante este período cuando se realizan los descubrimientos que catapultan a los yacimientos de Atapuerca a la primera línea del debate científico en el ámbito prehistórico a nivel mundial. En 1992, se recuperan dos cráneos humanos asignados a *H. heidelbergensis* en la Sima de los Huesos, yacimiento que se convertirá en la mayor acumulación fósil de restos humanos del Pleistoceno medio conocida hasta el momento (Arsuaga et al., 1993, 1997, 2014).

Paralelamente, entre 1994 y 1996, en un sondeo realizado en Gran Dolina bajo la dirección de J.M. Vergès, se alcanzó el nivel TD6, que proporcionó numerosos restos humanos con una cronología correspondiente al Pleistoceno inferior final. Esto supuso no sólo la identificación de una nueva especie humana -*Homo antecessor*-, dada la combinación de rasgos modernos y arcaicos que presentaban estos restos (Bermúdez de Castro et al., 1997), sino también una ruptura del paradigma de la “Europa joven”, que establecía que los homínidos no ocuparon Europa antes de los 500ka (Dennell and Roebroeks, 1996; Roebroeks and van Kolfschoten, 1994) a raíz de la publicación de los restos humanos recuperados en Boxgrove, con una cronología que no excedía los 500ka (Roberts et al., 1994; Stringer et al., 1998) y que los autores argumentaron que se trataría de los primeros homínidos en Europa. Este

descubrimiento respaldó la teoría de una ocupación antigua del continente europeo (Carbonell et al., 1996), retrasando la presencia humana en Europa en aproximadamente medio millón de años.

2.2.4 Yacimientos arqueológicos

Los yacimientos de la sierra de Atapuerca cubren una ocupación de más de 1.2 Ma. de duración prácticamente ininterrumpida (Bermúdez de Castro et al., 2013; Rodríguez et al., 2011) y se pueden dividir en cinco sectores: yacimientos de la Trinchera del Ferrocarril (formado por el Complejo Galería, Gran Dolina y Sima del Elefante), Cueva Fantasma, yacimientos de Cueva Mayor-Cueva del Silo (Sima de los Huesos, Portalón de Cueva Mayor, Galería de las Estatuas, Galería del Sílex), Complejo Cueva del Mirador (Cueva del Mirador y La Paredaja) y yacimientos al aire libre (Fuente Mudarra, Hotel California, Hundidero y Valle de las Orquídeas).

En esta Tesis Doctoral sólo se describirán aquellos yacimientos de la sierra de Atapuerca cuyos materiales son objeto de estudio: Gran Dolina y el Complejo Galería.

2.2.4.1 Gran Dolina

El yacimiento de la Gran Dolina está situado en la Trinchera del Ferrocarril, a escasos 30m. al norte del Complejo Galería. Esta cueva tiene su origen en una paleosurgencia del karst, cuyo flujo presentaba una dirección SE-NW (Ortega, 2009).

La trinchera del ferrocarril dividió en dos este yacimiento dando lugar a dos secciones diferenciadas: en la parte oriental se encuentra Gran Dolina (TD), una cavidad que presenta una morfología vadosa en forma de cerradura (Ortega, 2009) y cuyo tramo inferior está dividido por un saliente rocoso que divide en dos el pasaje (W-E) (Rodríguez-Hidalgo, 2015). En el lado occidental de la trinchera se sitúa Penal (TP), con un marcado desarrollo vertical, pero cuya bóveda no se ha preservado (Ortega et al., 2013).

Las secciones y paredes alineadas parecen indicar que tanto TD como TP constituían una única cavidad cuya entrada estaría localizada en el tramo seccionado por la Trinchera, a juzgar por la ausencia de cobertura caliza en Penal, los rasgos de tafosistema con influencia de entornos abiertos (Fernández-Jalvo, 1995) y el buzamiento de los rellenos sedimentarios del tramo medio-superior de Dolina (Ortega, 2009).

Sin embargo, los estudios realizados con el objetivo de correlacionar los niveles en las secuencias litoestratigráficas a ambos lados de la trinchera no parecen concluyentes por el momento, ya que ambas secciones presentan unas características tafonómicas y sedimentológicas distintas (Fernández-Jalvo, 1995). Desde el punto de vista tafonómico, los fósiles recuperados en TP fueron afectados por agentes ambientales al aire libre, algo que no

se ha documentado en TD (Fernández-Jalvo, 1992; Fernández-Jalvo and Andrews, 1992). Las diferencias sedimentológicas pueden ser debidas a que tanto TD como TP tuvieron distintos conos de entrada de sedimento (Ortega, 2009).



Figura 2.9. Vista frontal de toda la superficie de Gran Dolina, a techo de la unidad TD9 (Campaña 2019). (Fotografía: A. Ollé).

A pesar de estas diferencias, la bioestratigrafía, tanto a partir de la microfauna -con la identificación de *Mimomys savini* en los distintos niveles de TP (Fernández-Jalvo, 1995)-, como de la macrofauna identificada en este sector (Van der Made, 2013), apuntan a una cronología para Trinchera Penal de transición Pleistoceno inferior-medio, equivalente al tramo inferior y medio de Gran Dolina.

2.2.4.1.1 Historia de las intervenciones

Dos años después de la cata realizada por Trinidad Torres en el actual TDW4, en 1978 se iniciaron las intervenciones arqueológicas bajo la dirección de Emiliano Aguirre con el objetivo de acondicionar la sección, trabajos que se dilatarán durante tres años. A mediados de la década de los 80 se empiezan a excavar las unidades TD11 y la parte superior de TD10, que se corresponden a los niveles superiores de la secuencia. Estos trabajos se realizaron en la zona central de la actual superficie de excavación, abarcando una superficie aproximada de unos 25m². A principios de los años 90 los trabajos se centran en la sección oeste (W), en los niveles TDW4 y TDW4b; en 1993 se retira la cubierta caliza de la cavidad hasta alcanzar unos 95m² de superficie de excavación y comienza el sondeo en el sector sur del yacimiento, con una extensión de aproximadamente 6m².

En el año 1996, los trabajos de excavación sistemática vuelven a centrarse en los niveles superiores de Gran Dolina, más concretamente en el nivel TD11, ahora conocido como *Upper* TD10.1-A y B (de Lombera-Hermida, 2020; de Lombera-Hermida et al., 2020; Ollé et al., 2013), en los 95m² de extensión abiertos en la cueva en la actualidad (Ollé et al., 2013). Posteriormente, se procedió a excavar la zona más próxima a la sección -la Balconada- localizada al sur arqueológico de la Gran Dolina. El objetivo de este retranqueo de la sección que comienza en 2001 es doble: eliminar los salientes y asegurar el perfil estratigráfico y ampliar la zona excavada de los niveles superiores e inferiores, ya que en la actualidad este sector se encuentra en el nivel TD3-TD4.

En 2019, tras 23 campañas de excavación sistemática de la superficie extensa, se dio por concluida la unidad TD10, excavándose en la actualidad la unidad TD8.

2.2.4.1.2 Secuencia estratigráfica

La secuencia estratigráfica de la sección de Gran Dolina presenta unos 18m. de potencia, en dónde se han identificado 11 unidades litoestratigráficas, nombradas de base a techo de TD1 a TD11 y divididas en dos grandes fases sedimentarias (Gil et al., 1987; Parés et al., 2013; Parés and Pérez-González, 1999, 1995; Pérez-González et al., 2001). Así, mientras TD1 y TD2 se corresponden a facies endocársticas, completamente estériles, TD3 a TD11 presentan sedimentos alóctonos con numerosos restos arqueológicos en distintos niveles.

Desde el punto de vista cronológico, las distintas unidades de TD se pueden dividir en las pertenecientes al Pleistoceno inferior (TD1 a TD7) y las correspondientes al Pleistoceno medio (TD8-TD11), ya que los análisis de paleomagnetismo han permitido identificar la inversión Matuyama-Bruhnes en la parte superior de la unidad TD7 (Arnold et al., 2015; Berger et al., 2008; Parés et al., 2013; Parés and Pérez-González, 1999).

Dicha secuencia fue objeto de revisiones posteriores (Parés and Pérez-González, 1999; Pérez-González et al., 2001; Rodríguez et al., 2011), redefiniéndose el límite entre las unidades litoestratigráficas TD10 y TD11, determinándose la esterilidad de la última y cambiando la adscripción de los restos arqueológicos recuperados hasta el momento. De este modo, el material inicialmente adscrito a TD11 ahora corresponde al *Upper* TD10.1 (Ollé et al., 2013).

TD1-2: Son las unidades basales de la secuencia, cuyas dinámicas de sedimentación se corresponden con procesos de interior de cueva.

La Unidad TD1, con una potencia de 1.5m, presenta unos depósitos caracterizados por series laminadas de arcillas y limos, depositadas a través de un régimen hídrico general de baja energía, aunque con oscilaciones en el nivel de energía de estos aportes (Campaña et al., 2016a).

La Unidad TD2, por su parte, presenta una potencia aproximada de 1m. cuyo espesor varía a lo largo de la sección. En esta unidad se produce una caída de bloques, gravas de caliza y espeleotemas, que proceden del techo y las paredes de la cavidad, lo que genera una deformación postdeposicional en los depósitos de la Unidad TD1. A techo de esta unidad se localiza un espeleotema de unos 60 cm de espesor máximo (Ortega, 2009).

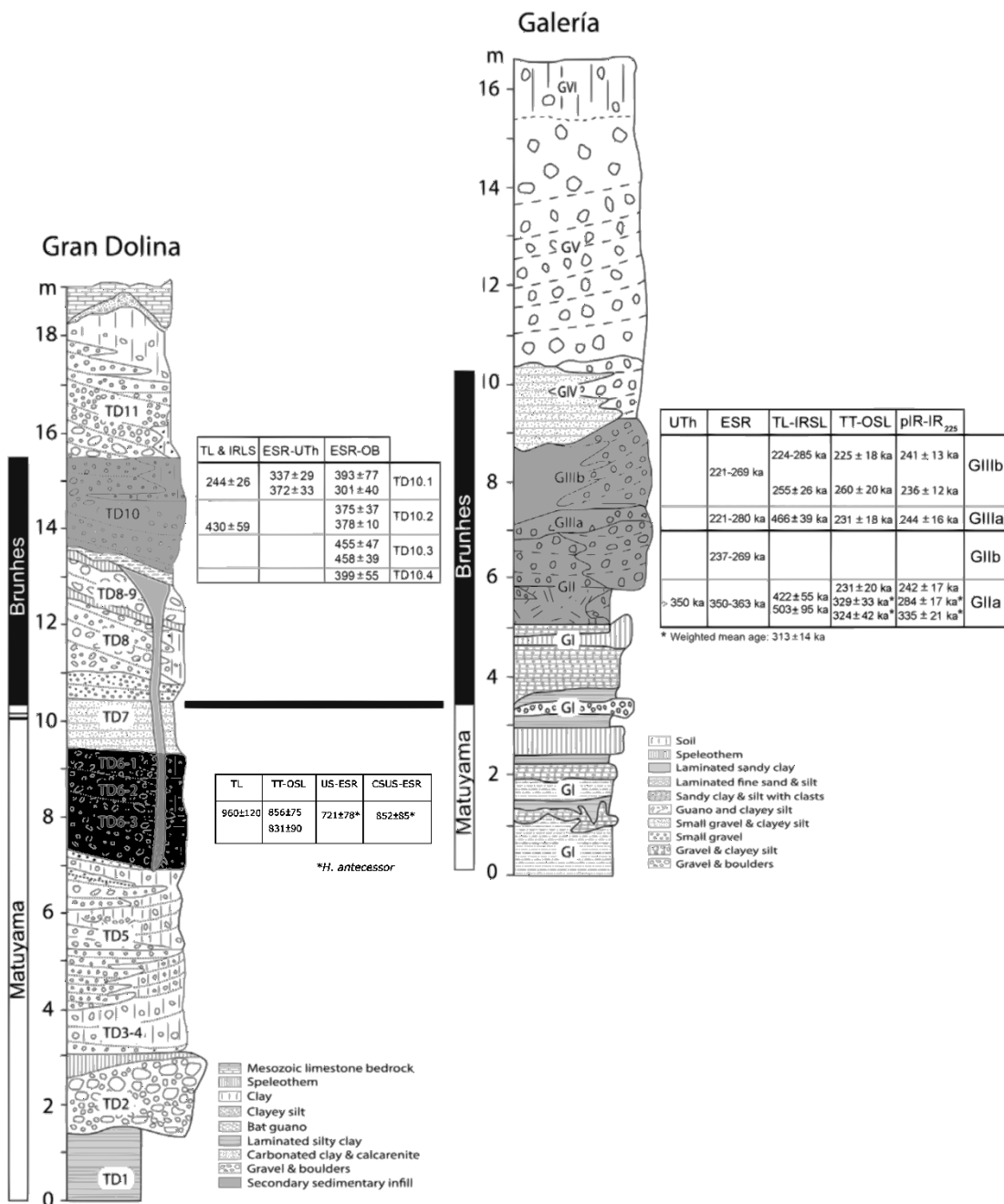


Figura 2.10. Registros estratigráficos de los yacimientos de Gran Dolina y Galería. En gris las unidades estudiadas en este trabajo. Fechas extraídas de (Arnold et al., 2015; Berger et al., 2008; Demuro et al., 2014; Duval et al., 2018; Falguères et al., 1999, 2001, 2013; Grün and Aguirre, 1987; Moreno et al., 2015). Figura modificada de García-Medrano et al., (2015).

A pesar de que los sedimentos presentan una polaridad negativa, se ha identificado una fase de polaridad positiva en la Unidad TD1, que se ha relacionado con el evento Jaramillo (0.98-

1.07Ma) o con el Cobb Mountain (1.22-1.24 Ma) (Parés et al., 2013; Parés and Pérez-González, 1999). Esta interpretación es coherente con las dataciones obtenidas por ESR-OB que proporcionan unas fechas de 790 ± 60 ka y de 1.25 ± 0.13 Ma (Moreno et al., 2015).

TD3-4: Esta unidad se corresponde con el momento en el que la cavidad se abre al exterior, por lo que los sedimentos tienen un origen alóctono, cuyas facies de entrada se sitúan en el noroeste. Los 2m. de potencia que presenta descansan sobre el espeleotema erosionado del techo de TD2. Esta erosión sería indicativa de un lapso temporal amplio entre la formación de esta unidad y el espeleotema del techo de la Unidad TD2 (Parés and Pérez-González, 1999). En la unidad TD3-4 se agruparon los niveles TDW3, TDW4 y TDW4b (Rodríguez et al., 2011). A base de la unidad (TDW4) se ha identificado una subfacie de brechas formada por clastos calizos angulosos heterométricos soportados con matriz de arcillas arenosas, mientras que, a techo de esta unidad, estas subfacies se caracterizan por la alternancia de coladas con clastos soportados y niveles de lutitas rojas con grandes bloques de caliza. En TD3-4 se ha documentado la presencia humana más antigua de Gran Dolina, ya que se han recuperado un buen número de restos faunísticos y líticos, con un rango estimado a través de ESR-OB de 900 ± 150 ka y 1.02 ± 0.17 Ma (Moreno et al., 2015), coincidente con los estudios bioestratigráficos (Cuenca-Bescós and García, 2007; Van der Made et al., 2003).

TD5: Esta unidad estaba originalmente constituida por TDE5, TDW5 y TD5. No obstante tras revisiones posteriores de la secuencia litoestratigráfica se determinó que TDE5 debe adscribirse a TD4 (Rodríguez-Hidalgo, 2015). TDW5, con una potencia de aproximadamente 1m, está formada por lutitas rojas alteradas y microconglomerados que parecen indicar la presencia de flujos de agua en el interior de la cueva. Sobre estos niveles se localiza TD5, que es un paquete sedimentario con unos 50cm de potencia, caracterizado por lutitas prismáticas con un alto contenido en microfauna. A partir de TD5, la pared calcárea que separaba el yacimiento en dos sectores desaparece, manteniéndose homogéneos y continuos los rellenos sedimentarios en TD5 y en las subsiguientes unidades.

Posteriormente, se describieron dos subunidades en TD5, nombradas TD5.2 y TD5.1 (Campaña et al., 2017). En la base, TD5.2 se caracteriza por presentar facies de aporte gravitacional, mientras que en la subunidad superior, TD5.1, las facies son de carácter fluvial, que junto con los restos de herpetofauna y microfauna (Blain et al., 2009; López Antoñanzas and Cuenca Bescós, 2002) indicarían la existencia de condiciones más húmedas. Las dataciones por ESR-OB estiman un rango cronológico de entre 1.13 ± 0.08 y 0.99 ± 0.22 Ma (Moreno et al., 2015).

TD6: Esta unidad cuenta con una potencia de entre 2-2.5m de espesor, cuya matriz, formada por lutitas y arenas muy finas, está muy mal estratificada en la parte inferior, mientras que en

los 50 cm superiores presenta una buena estratificación (Pérez-González et al., 2001). Se han identificado tres subunidades nombradas de base a techo: TD6.3, TD6.2 y TD6.1. La base de la secuencia (TD6.3) presenta aproximadamente 1.5m de espesor y está compuesta principalmente por facies de *debris flow*, aunque también se han identificado capas de arcillas decantadas que sugieren unas condiciones de encharcamiento en el SE de la cavidad. En esta subunidad se ha identificado un cambio en la dirección de la entrada del sedimento, desde el NW al SE geográficos, que contrasta con la entrada de materiales en las unidades inferiores, lo que indica una nueva apertura de la cueva que será la principal entrada de sedimento en el resto de la secuencia de TD (Campaña et al., 2017). En esta subunidad se han identificado hasta siete niveles (Bermúdez de Castro et al., 2008). La subunidad TD6.2 presenta una potencia de 50 cm y se trata de un depósito complejo de facies de canal, capas de barro, facies de llanura de inundación y de *debris flow* (Campaña et al., 2016b; Vallverdú et al., 2001).

En TD6.2 se han identificado cinco niveles (nombrados de techo a base: 0-4) (Bermúdez de Castro et al., 2008; Campaña et al., 2016b). Sin embargo, estos niveles presentan discontinuidades sedimentarias laterales, por lo que no es posible distinguirlos en toda la superficie de excavación. Además, la zona excavada se ha realizado en tres sectores independientes que presentan distintas características sedimentarias, por lo que se dificulta aún más la adscripción de los materiales arqueológicos a niveles concretos (Mosquera et al., 2018).

Es preciso tener en cuenta que el trabajo en donde se plantean estos niveles (Campaña et al., 2016b) presenta algunas limitaciones, ya que sólo se describe la zona central de la excavación, sin presentar la estratigrafía de los sectores oriental y occidental. Por otra parte, estos estratos están descritos exclusivamente a partir de la sección, sin tener en cuenta toda la superficie excavada. Por último, tampoco se publicó en este trabajo la correlación de los diferentes niveles con el material arqueológico (Mosquera et al., 2018), lo que ha llevado a algunos autores (Mosquera et al., 2018; Saladié et al., 2021) a agrupar estas capas en tres niveles arqueológicos, nombrados de base a techo: TD6.2.4, TD6.2.2/3, TD6.2.0-1 y permitiendo correlacionar los tres sectores -oriental-central y occidental- excavados.

La subunidad TD6.1, presenta un espesor de 50 cm de potencia en donde también predominan las facies fluviales. En el tramo superior se ha identificado un nivel de coprolitos de hiena y facies de decantación, que sugieren una baja tasa de sedimentación. En esta subunidad se han definido seis niveles estratigráficos. La alternancia de facies fluviales y facies de *debris flow* en TD6.2 y TD6.1 sugieren cambios paleoambientales entre fases más húmedas (facies fluviales) y fases más secas (*debris flow*) (Campaña et al., 2016b). A pesar de la discordancia con los resultados obtenidos a través de la herpetofauna, sugiriendo unas condiciones más secas hacia el techo de esta subunidad (Blain et al., 2008), los datos polínicos corroboran una

tendencia hacia el aumento de las condiciones húmedas (García-Antón and Sainz-Ollero, 1991).

Recientemente, un estudio sedimentológico de las subunidades de TD6 ha cuestionado el carácter local del material arqueológico recuperado en esta unidad, proponiendo que dicho material se encuentra en posición secundaria, debido a procesos geológicos relacionados con canales y *debris flow* que arrastrarían los materiales desde una zona próxima a la entrada de la cavidad hacia el interior de la misma (Campaña et al., 2016b). Ello cuestiona algunas de las inferencias conductuales que se han realizado a través del estudio multidisciplinar de este conjunto.

Esta interpretación choca con la defendida en estudios previos y posteriores, los cuales, desde diferentes disciplinas, apuntan a que estos restos se encuentran en posición primaria. Así, los trabajos tafonómicos previos apuntaban a que los restos arqueológicos no están afectados por procesos postdeposicionales, cuya acumulación es producto de la actividad antrópica (Saladié et al., 2014, 2011). Además, los estudios tecnológicos muestran que las cadenas operativas de todas las materias primas están completas, lo cual, junto con la presencia de remontajes, indicaría una localización *in situ* de los restos (Mosquera et al., 2018). Además, los análisis de la anisotropía de susceptibilidad magnética sugieren un régimen de sedimentación hidrodinámica de muy baja energía, sin hallar signos de transporte masivo (Parés et al., 2020). Por último, en un trabajo recientemente publicado, se muestra una codependencia espacial entre los restos líticos y osteológicos de la subunidad TD6.2, lo que apunta a un carácter inalterado de los restos (Saladié et al., 2021).

En lo que respecta a la cronología de la unidad TD6, tanto la magnetoestratigrafía (Parés and Pérez-González, 1999, 1995), como las dataciones por US-ESR (Duval et al., 2012; Falguères et al., 1999), sugieren una edad anterior al límite Matuyama-Brunhes, obteniendo estimaciones numéricas superiores a 780ka. Por otro lado, las fechas obtenidas por termoluminiscencia (Berger et al., 2008) y por ESR, obtenidas directamente sobre restos humanos (Duval et al., 2018), proporcionan unas horquillas cronológicas de 960 ± 120 ka y 772-949 ka, respectivamente.

TD7: Presenta una potencia sedimentaria de 1,5m. de espesor, en los que se pueden identificar dos facies y cuatro subunidades. La fase inferior, se corresponde con las subunidades TD7.3 y TD7.4 (Huguet, 2007), que presentan una sedimentación de tipo fluvial y formada por calcarenitas amarillentas, con sedimentos arcillosos en TD7.3 y limosos en TD7.4 (Ortega, 2009). La fase superior, correspondiente a las subunidades TD7.1 y TD7.2 (Huguet, 2007), se ha interpretado como una facies de canal (Campaña et al., 2017), conformada tanto por conglomerados clasto-soportados como por brechas. A techo de esta unidad se encuentra un

espeleotema que se interdigita con una facies de *debris flow*, que podría indicar la apertura de una entrada en el sector NW. Aunque inicialmente se identificó en la parte superior de esta unidad un cambio de polaridad magnética, interpretado como el Matuyama-Bruhnes (Parés and Pérez-González, 1995), en la actualidad se ha acotado que esta inversión magnética tiene lugar entre las unidades TD7 y TD8 (Parés et al., 2013), por lo que TD7 se trata de la última unidad de la secuencia perteneciente al Pleistoceno inferior.

Las dataciones obtenidas a través de termoluminiscencia y ESR-OB son coherentes con la cronología propuesta a través del paleomagnetismo, proporcionando unos rangos de 960 ± 120 ka (Berger et al., 2008) y 734 ± 128 y 852 ± 144 Ka (Moreno et al., 2015), respectivamente.

TD8: Esta unidad cuenta con un espesor máximo de 3m. de potencia al norte geográfico, mientras que al sur su espesor se reduce a 1m. TD8 está formada por lutitas rojizas brechificadas y bloques calizos angulosos y heterométricos. A techo de esta unidad se puede observar un espeleotema de flujo, compuesto por una costra estalagmítica que se distribuye de forma discontinua por la superficie debido a la erosión posterior y que llegaría a alcanzar el techo de la cavidad (Ortega, 2009). Se han diferenciado seis coladas distintas que se superponen a TD7 con una pendiente N-S. Estas coladas indican la existencia de una entrada preferencial de origen gravitacional durante el momento de formación del depósito en el sector norte del yacimiento, ya que se articulan en forma de conos superpuestos cuyo vértice se localiza en el sector más al norte del yacimiento (Rodríguez-Hidalgo, 2015).

A techo de la secuencia se ha identificado una facies de decantación, que se ha interpretado como un aumento de la humedad y temperatura en el ambiente (Campaña et al., 2017). Hasta la actualidad, no se había recuperado ningún resto arqueo-paleontológico en las dos coladas superiores (TD8a), mientras que las cuatro coladas inferiores presentan principalmente restos faunísticos (TD8b). No obstante, las últimas campañas de excavación han permitido documentar la presencia de algunos restos líticos en la primera.

Las dataciones por TL proporcionan un rango de 820 ± 140 ka (Berger et al., 2008). Sin embargo, las dataciones por U-series ofrecen unos valores medios de 602 ± 52 ka (Falguères et al., 2013, 1999) y 525 ± 26 ka (Moreno et al., 2015).

TD8/9: Se trata de un depósito de arcillas situado entre dos costras estalagmíticas, y que presenta un elevado contenido en lepóridos. Esta unidad se definió recientemente en una de las revisiones estratigráficas posteriores (Rodríguez et al., 2011), ya que originalmente este depósito se consideró como parte de TD8 en el sondeo bioestratigráfico, denominado TD8b (Cuenca-Bescós et al., 2001; López Antoñanzas and Cuenca Bescós, 2002). Por lo tanto, el cambio documentado en el registro bioestratigráfico entre fauna propia del Pleistoceno inferior hacia un registro faunístico característico del Pleistoceno medio- abanderado por la

substitución del *Mimomys savini* a favor del *Iberomys brecciensis* (Cuenca-Bescós and García, 2007)- tiene lugar en este paquete sedimentario, permitiendo establecer una datación *post quem* de 500ka para este depósito. En este momento se produce el cierre de la cueva y el desarrollo de espeleotemas, que serían indicativos de un considerable hiato en la sedimentación (Campaña et al., 2017).

TD9: Esta unidad, con una potencia de aproximadamente 35 cm., está compuesta por depósitos limoarcillosos rojizo-amarillentos en la base y por guano con tonalidades marrón-verdosas en su techo. Dada las características químicas de este sedimento que dificulta la conservación de los restos óseos (Campaña et al., 2016a), en este paquete sedimentario sólo se han recuperado restos líticos (Ollé et al., 2013). Esta unidad recubre en la zona sur del yacimiento un conducto vertical (*cut & fill*) con un diámetro de 3m. en la parte superior (TD8) y de 1m. en la base (TD5). Este conducto, bien delimitado espacialmente, vacía los sedimentos de los niveles inferiores y posteriormente los rellena con sedimentos de los paquetes superiores. A techo de la unidad, las dataciones por TL sugieren una cronología de en torno a los 480 ± 140 ka (Berger et al., 2008).

TD10: Esta unidad cuenta con una potencia de unos 3m. de espesor. Se han identificado cuatro subunidades litoestratigráficas divididas en dos fases sedimentarias. La parte inferior (TD10.4), con una potencia de unos 20-30 cm. aproximadamente, está constituida por microconglomerados en una matriz de arenas y lutitas, en donde destaca la ausencia casi total de bloques. La fase superior (TD10.3, TD10.2 y TD10.1), con una potencia de 2.5m. de espesor, está compuesta por una matriz de arenas y arcillas con bloques calizos heterométricos y angulosos, que indicarían una fase de reapertura al exterior de la cueva. De este modo, se produce una sucesión de facies gravitacionales, cuyo aporte sedimentario principal procedería desde la entrada principal (NW) y estaría complementado por aportes laterales de mayor o menor entidad (Campaña et al., 2017; Vallverdú, 2013).

Desde los primeros trabajos arqueostratigráficos realizados sobre estos materiales (Vergés, 1996), los distintos niveles arqueológicos han ido redefiniéndose y renombrándose sucesivamente (de Lombera-Hermida et al., 2020; García-Antón, 2016; García-Medrano, 2011; Menéndez, 2010; Obregón, 2012; Ollé et al., 2013; Rodríguez-Álvarez, 1997; Terradillos-Bernal, 2010). No obstante, a diferencia de algunos estudios zooarqueológicos realizados sobre esos mismos niveles (Rodríguez-Hidalgo, 2015), la mayoría de estos estudios carecieron de una revisión estratigráfica -con la excepción de los trabajos de Obregón (2012), Ollé et al. (2013) y de Lombera-Hermida (2020)- utilizando las campañas de excavación como principal criterio de selección. Esto tuvo como consecuencia pequeñas discrepancias en la definición de los contactos entre los diferentes niveles y subunidades de TD10, así como en la adscripción de los materiales arqueológicos (de Lombera-Hermida, 2020).

De este modo, la subunidad TD10.1 comprende los niveles arqueológicos denominados antiguamente como TD10, TD11 y TD11B (Menéndez and Vaquero, 2015; Ollé et al., 2013; Rodríguez-Álvarez, 2004; Terradillos-Bernal, 2010) y que en la actualidad se denominan respectivamente *Lower* TD10.1, *Upper* TD10.1-A y *Upper* TD10.1-B (de Lombera-Hermida et al., 2020), aunque en otros trabajos estos niveles se agrupaban en dos: *Lower* TD10.1 para el primero y *Upper* TD10.1 para los dos últimos (Ollé et al., 2013, 2016a).

Así, hasta la fecha se han identificado 7 subunidades arqueológicas de base a techo: TD10.4; TD10.3; TD10.2.2; TD10.2; TD10.1; *Upper* TD10.1-B y *Upper* TD10.1-A. En la subunidad TD10.1 se han identificado 8 niveles arqueostratigráficos (a-h, de techo a base) (Obregón, 2012), destacando la gran concentración de materiales líticos y faunísticos que se produce en el nivel TD10.1-h, también conocido como *bone bed level* (Obregón, 2012; Rodríguez-Hidalgo, 2015; Rodríguez-Hidalgo et al., 2015).

Esta unidad ha sido objeto de numerosas dataciones a través de diversos métodos (Berger et al., 2008; Falguères et al., 1999; Moreno et al., 2015). De este modo, en TD10.1 las dataciones de ESR-U-series (337 ± 29 ka para la base y 372 ± 33 ka para los niveles superiores) y de ESR-OB (301 ± 40 ka para la base y 393 ± 77 ka para los niveles superiores) proporcionan unas fechas promedio similares, aunque las obtenidas por TL son más recientes (244 ± 26 ka) (Berger et al., 2008). El *bone bed level* presenta una cronología de 379 ± 57 Ka (Falguères et al., 1999). Para TD10.2 los resultados obtenidos por TL indican una cronología de 430 ± 59 ka, mientras los resultados del método ESR-OB acortan esta fecha hasta los 375 ± 37 Ka y 378 ± 10 Ka. TD10.3, por su parte, presenta unas fechas estimadas de 455 ± 47 Ka y 458 ± 39 Ka a través de ESR-OB, mientras que TD10.4, con el mismo método de datación, presenta una estimación más reciente (399 ± 55 Ka) (Berger et al., 2008).

TD11: presenta unos 3.5 m. de espesor, en donde se producen alternancias de bloques y lutitas rojas en una matriz areno-arcillosa. El tramo superior de TD10 se consideró como TD11 durante las primeras intervenciones. Sin embargo, una revisión stratigráfica posterior (Rodríguez et al., 2011) estableció que los materiales adscritos a TD11 (p. ej. (Van der Made, 2001) pertenecen en realidad al techo de TD10, siendo la unidad TD11 estéril en cuanto a registro arqueo-paleontológico. Las dataciones por termoluminiscencia indican un lapso temporal de 240 ± 44 ka a 55 ± 14 ka para la formación de esta unidad (Berger et al., 2008).

2.2.4.1.3 Patrones de ocupación

Como hemos visto, en los 18m. de potencia de la secuencia de la Gran Dolina se ha registrado la presencia humana de forma continua desde hace 1Ma hasta los aproximadamente 300ka. A lo largo de este período se produjo una sucesión de ocupaciones humanas en la cueva con un carácter variable. A grandes rasgos, se pueden identificar dos fases en las que la cueva sería

frecuentada de forma recurrente por los grupos humanos (TD6 y TD10) (Carbonell et al., 1999a; Mosquera et al., 2018; Ollé et al., 2013; Rodríguez-Hidalgo, 2015; Rodríguez-Hidalgo et al., 2015; Saladié et al., 2011). En otras fases, estas ocupaciones tendrían un carácter más esporádico (TD3-4 y TD9) (Ollé et al., 2013). Otras unidades sedimentarias, como TD5 y TD7, sólo fueron excavadas en los aprox. 6m² que ocupaba el sondeo, y ofrecieron evidencias de presencia humana en forma de varios objetos de cuarcita y sílex en TD5 y una pequeña lasca de cuarzo en TD7. Futuras campañas en extensión nos ayudarán a contextualizar estas evidencias. Finalmente, la unidad TD8 muy recientemente excavada en extensión, que ha proporcionado un número limitado de piezas de industria que finalmente atestiguan el paso de los humanos por la cavidad.

Desde el punto de vista tecnológico, se han documentado la presencia de varios modos técnicos, desde el Modo 1 en TD4 y en TD6, aunque este último conjunto presenta unos rasgos que le confieren un carácter más evolucionado (Carbonell et al., 1999a; Mosquera et al., 2018; Ollé et al., 2013), hasta la transición Modo 2-Modo 3 en los niveles superiores de TD10, con la presencia de núcleos Levallois o tipo-Levallois (de Lombera-Hermida, 2020; de Lombera-Hermida et al., 2020; García-Medrano et al., 2015; Menéndez, 2010; Ollé et al., 2013, 2016a; Rodríguez-Álvarez, 2004; Terradillos-Bernal, 2010; Terradillos-Bernal and Díez-Fernández-Lomana, 2012).

En TD3-4 se han recuperado aproximadamente 1.300 restos de macromamíferos y cinco herramientas líticas (Ollé et al., 2013). En este momento se produciría un uso esporádico de la cavidad por parte de grupos humanos para el suministro oportunista de recursos faunísticos en un contexto de competencia con carnívoros (Huguet, 2007; Rodríguez et al., 2011).

En TD5 se han recuperado únicamente 9 piezas de industria lítica, la mayor parte de ellas correspondiéndose con material de percusión y lascas.

La unidad TD6 presenta un conjunto numeroso compuesto por más de 9.000 restos faunísticos, 170 restos humanos adscritos a *Homo antecessor* (Bermúdez de Castro et al., 1999, 1997; Carbonell et al., 2005), y 1.046 restos líticos, entre otros (Allué et al., 2015; Mosquera et al., 2018; Saladié et al., 2014, 2011), especialmente si tenemos en cuenta que sólo se han excavado 20m² de extensión.

De acuerdo con las interpretaciones zooarqueológicas (Saladié et al., 2019), TD6.3 es el producto de una acumulación producida por hienas, que emplearían la cavidad como guarida, en alternancia con un uso esporádico y marginal de la cavidad por parte de los homínidos, cuya ocupación sería de muy baja intensidad. Los estudios realizados sobre la industria lítica de esta subunidad apuntan a la misma dirección, ya que el conjunto lítico es pobre y está caracterizado por la abundancia de material percusivo, especialmente en el nivel inferior

(*Lower* TD6.3), mientras en el nivel superior (*Upper* TD6.3) se puede apreciar una mayor diversidad tecnológica (Mosquera et al., 2018).

TD6.2 es la subunidad que acumula la mayor parte del registro arqueológico presente en TD6, ya que se han recuperado más de 800 piezas líticas y más de 6.000 restos de fauna, junto con 165 restos pertenecientes a *H. antecessor* (Bermúdez de Castro et al., 1999, 1997; Carbonell et al., 2005; Mosquera et al., 2018).

Este conjunto es el resultado de ocupaciones intensas de la cueva, que actuaría como campamento residencial (Carbonell et al., 1999a; Díez et al., 1999; Mosquera et al., 2018; Ollé et al., 2013; Saladié et al., 2011, 2014, 2021); es decir, un lugar referencial en el entorno de la sierra. A través del estudio multidisciplinar de este conjunto, se ha podido inferir una serie de comportamientos complejos, desde la caza, el transporte de carcasas para minimizar la competencia de otros depredadores, la cooperación social y la repartición de comida (Saladié et al., 2014, 2011), así como la evidencia de canibalismo más antigua documentada en el Pleistoceno (Carbonell et al., 2010; Díez et al., 1999; Fernández-Jalvo et al., 1996; Saladié et al., 2014).

A nivel tecnológico, este conjunto supone un salto cuantitativo y cualitativo con respecto a la industria anterior, ya que se explotan una gran variedad de litologías (sílex neógeno, sílex cretácico, cuarcita, arenisca, cuarzo y caliza) siguiendo estrategias de talla más diversificadas (Mosquera et al., 2018; Ollé et al., 2013). Además, las cadenas operativas están completas; es decir, se han recuperado todos los elementos relacionados con la producción de herramientas (bases naturales, núcleos, lascas, lascas retocadas, restos de talla) (Carbonell et al., 1999a; Mosquera et al., 2018; Ollé et al., 2013). Los elementos retocados se caracterizan por presentar una gran variabilidad, recuperando denticulados, muescas, espinas, raederas denticuladas, puntas y puntas de Tayac (Mosquera et al., 2018), siempre de formato pequeño o mediano, ya que los grandes instrumentos están ausentes. Los estudios traceológicos realizados hasta la fecha apuntan a la realización de actividades relacionadas principalmente con procesos de carnicería y procesado de animales (Carbonell et al., 1999a; Márquez et al., 2001; Sala, 1997). Por último, los remontajes encontrados demuestran el carácter *in situ* tanto de los procesos de talla como de los materiales arqueológicos (Mosquera et al., 2018).

Con respecto a TD6.1, si bien las características tecnológicas son similares a las documentadas en TD6.2, no se han recuperado núcleos en este conjunto (Mosquera et al., 2018). TD6.1 únicamente se ha identificado en el sector central de la superficie excavada. En este caso el material también está depositado *in locus* por los homínidos, aunque ligeramente desplazado por procesos postdeposicionales (Saladié et al., 2021).

Si bien los conjuntos líticos de TD10.4 y TD10.3 se encuentran en estudio en la actualidad, el bajo número de restos recuperados, especialmente en comparación con el tramo superior de TD10 (TD10.2 y TD10.1), sugieren un uso más esporádico de la cueva. La presencia de grandes instrumentos como bifaces y hendedores apuntan a un carácter achelense de estos conjuntos.

En el *bison bed level* de la unidad TD10.2 se han recuperado 51.000 restos de fauna y cerca de 9.800 restos líticos (Ollé et al., 2013). En este nivel se ha inferido un comportamiento especializado, en el que la cueva actuaría como un *kill-butchering site* durante varios eventos estacionales (Rodríguez-Hidalgo, 2015; Rodríguez-Hidalgo et al., 2017, 2016). El registro faunístico indica una práctica monoespecificidad de bisonte (*Bison sp*), que supone el 98% de los restos identificados. Esta especialización, como veremos más adelante, no se debe a cambios ecológicos o ambientales, sino a cambios comportamentales y en el uso de la cavidad. Los estudios zooarqueológicos apuntan a un modelo de caza especializada y comunal (Rodríguez-Hidalgo, 2015; Rodríguez-Hidalgo et al., 2017, 2016). Esta especialización en las estrategias de subsistencia tiene su parangón en las estrategias de abastecimiento de recursos abióticos, ya que se ha documentado una selección muy especializada del sílex cretácico, y, especialmente, del sílex neógeno, suponiendo ambas litologías el 95% del conjunto (Ollé et al., 2013).

Las cadenas operativas de ambas variedades de sílex están completas, documentándose todos los elementos que las componen. Además, el conjunto lítico se caracteriza por presentar un relativo bajo número de núcleos que se debe en parte a la sobrerrepresentación de los productos de talla menores de 10mm (Ollé et al., 2013). En lo que respecta a las dinámicas de explotación, los métodos centrípetos son los más frecuentes, produciéndose en la mayoría de los casos gestiones bifaciales. Las herramientas retocadas representan un porcentaje moderado dentro del conjunto y muestran una cierta variabilidad tipológica, documentándose denticulados, raederas y puntas, junto a puntas denticuladas y carenadas más estandarizadas (Ollé et al., 2013). Además, se ha constatado la presencia de retocadores de hueso (Rodríguez-Hidalgo et al., 2013).

En la base de la unidad TD10.1 se encuentra el arqueonivel TD10.1-h (Obregón, 2012) o *bone bed level* (Rodríguez-Hidalgo, 2015; Rodríguez-Hidalgo et al., 2015), caracterizado por una gran densidad de restos de industria lítica (aprox. 21.000 restos) y fauna (aprox. 48.000 restos). Los datos zooarqueológicos apuntan a que este nivel es el resultado de múltiples ocupaciones recurrentes de alta intensidad por parte de los homínidos, que tendrían un acceso primario a los recursos (Rodríguez-Hidalgo, 2015), y que constataría un uso de la cavidad como campamento base (Isaac, 1978; Kuhn, 1992; Potts, 1988; Rodríguez-Hidalgo, 2015; Rodríguez-Hidalgo et al., 2015). Aunque otros trabajos apuntan a que se produciría una

alternancia de ocupaciones intensas con otras de menor calado y duración (Blasco, 2011; Menéndez, 2010), la industria lítica apoya la interpretación de ocupaciones intensas, ya que la alta concentración de materiales -en parte debido a la baja tasa de sedimentación inferida en este nivel (ver Mallol and Carbonell, 2008)-, junto con la presencia de las cadenas operativas completas y numerosos restos de talla que indican la producción de herramientas *in situ* (de Lombera-Hermida, 2020; de Lombera-Hermida et al., 2020; Ollé et al., 2013, 2016a), apoyan la hipótesis planteada del uso de la cavidad como lugar referencial.

En un primer momento, los estudios zooarqueológicos interpretaron las ocupaciones del *Upper* TD10.1-A como una única ocupación caracterizada por una cierta estabilidad temporal (Rosell, 2001). Sin embargo, estudios posteriores desde diferentes disciplinas indican la existencia de múltiples ocupaciones de menor calado y duración (Menéndez, 2010; Obregón, 2012; Rodríguez-Álvarez, 2004; Saladié et al., 2018; Terradillos-Bernal, 2010). Esta interpretación se basa en algunos elementos del registro lítico: 1) reducción del espectro litológico empleado, 2) presencia de métodos de talla expeditivos, 3) bajo número de núcleos y mayoritariamente en un estadio incipiente de la explotación, 4) fragmentación espacial de las cadenas operativas y 5) alta frecuencia de herramientas retocadas con una diversificación tipológica más restringida. Estos elementos, junto con la presencia de algunos remontajes (López-Ortega, 2020; López-Ortega et al., 2017), permiten inferir que las estrategias se centran en el transporte de lascas o herramientas retocadas a la cueva para el procesado de carcasas de animales (Terradillos-Bernal, 2010).

Por tanto, los conjuntos de la parte superior de la secuencia de TD10.1 (*Upper* TD10.1-A y *Upper* TD10.1-B) parecen ser el resultado de la repetición de ocupaciones de baja intensidad y corta duración (de Lombera-Hermida et al., 2020; Rodríguez-Álvarez, 2004; Saladié et al., 2018).

El registro faunístico de la unidad TD10 se adscribe a la Unidad Faunística 6 (FU6), que ha sido identificada en otras unidades de Gran Dolina (TD8-TD11) y en conjuntos de la sierra de Atapuerca, como las unidades GII y GIII de Galería, los niveles TE18 y TE19 de la Sima del Elefante y en Sima de los Huesos (Cuenca-Bescós et al., 2016, 2015; Cuenca-Bescós and García, 2007).

Esta Unidad Faunística coincide plenamente con las cronologías obtenidas y está compuesta por las especies *Terrícola atapuerquensis*, *Iberomis brecciensis*, *Allocricetys correzensis*, *Canis lupus* y *Panthera leo fossilis*, *Homotherium cf. latidens*, *Stephanorhinus hemitoechus*, *Equus ferus*, *Dama dama clactoniana* y *Bison schoetensacki/Bison sp.*, además de diferentes especies de lagomorfos y aves, entre otros (Blasco, 2011; Blasco et al., 2013; Rodríguez-Hidalgo, 2015; Rodríguez et al., 2011).

A nivel ambiental, los datos obtenidos de los microvertebrados indican la ausencia de condiciones extremas, sin detectar grandes cambios climáticos o ambientales a lo largo de la secuencia (Blain et al., 2008, 2009; Cuenca-Bescós et al., 2016, 2010).

Sin embargo, respecto a la temperatura se produce una incoherencia entre los datos obtenidos por los roedores, que parecen indicar un hábitat abierto de tipo estepario y ausencia de bosques (Cuenca-Bescós et al., 2005), y la herpetofauna, que sugiere un ambiente más boscoso y húmedo (Blain et al., 2008). Estas incongruencias pueden deberse bien a factores tafonómicos (Fernández-Jalvo and Andrews, 1992; Rodríguez et al., 2011), metodológicos (Rodríguez et al., 2011) o a grandes fluctuaciones estacionales, cuyos inviernos serían muy fríos y áridos, mientras los veranos serían templados y húmedos (Blain et al., 2008).

A pesar de la escasez del registro polínico, se ha podido registrar una presencia continua de árboles mesófilos, árboles de tipo mediterráneo y coníferas, así como gramíneas, estas últimas sugiriendo espacios más abiertos. En TD10.4 se produce un incremento de estas gramíneas y *Pinus*, en detrimento de especies mesófilas y mediterráneas, lo que puede indicar una fase más fría. En TD10.3 este patrón se acentúa, aunque la presencia de árboles mesófilos indicaría una ausencia de condiciones ambientales extremas. En cambio, en TD10.2 se ha podido documentar un aumento de especies mediterráneas, que apuntaría a condiciones menos frías, mientras que en TD10.1 se consolida esta tendencia, ya que este tipo de especies se vuelve dominante (Blasco, 2011; Rodríguez-Hidalgo, 2015; Rodríguez et al., 2011).

En la presente Tesis Doctoral se analizarán tanto los núcleos como los configurados sobre canto de las subunidades TD6.2, TD10.4, TD10.3, TD10.2 y TD10.1 recuperados hasta la campaña correspondiente al año 2020. Se ha de decir que, en lo que concierne a la unidad TD10, se trata de la práctica totalidad de piezas existentes, pues la excavación de esta unidad se dio por concluida en 2019.

Con respecto a la subunidad TD10.1, los trabajos se centran exclusivamente en los materiales procedentes de la manta de huesos o *bone bed level* (Obregón, 2012), siguiendo la asignación de materiales planteada por A. de Lombera y colegas (de Lombera-Hermida et al., 2020).

La asignación de los materiales a las subunidades TD10.4, TD10.3 y TD10.2 se ha realizado siguiendo la adscripción designada durante los trabajos de campo, realizando modificaciones en la asignación de materiales a medida que se desarrollan las revisiones arqueostratigráficas todavía en curso.

2.2.4.2 *El Complejo Galería*

El Complejo Galería se encuentra en la Trinchera del Ferrocarril, a unos 150m al norte del yacimiento de la Sima del Elefante y a unos 30m al sur del yacimiento de Gran Dolina. Este

Complejo está dividido en tres sectores, conocidos como Trinchera Norte o Tres Simas-Boca Norte (TN), Trinchera Galería (TG) y Trinchera Zarpazos (TZ) (Gil et al., 1987):

- Trinchera Norte (TN): situado al sur del Complejo, se trata de un conducto vertical abierto al exterior que presenta un relleno sedimentario de unos 13m. de potencia.
- Trinchera Galería (TG): se trata de una sala central horizontal situada entre la Trinchera Norte y Trinchera Zarpazos y que cuenta con una potencia de aproximadamente 7m. en la zona central. A lo largo de la secuencia recibe aportaciones de coladas procedentes tanto de TN como de TZ (Vallverdú, 2002).
- Trinchera Zarpazos (TZ): es una cavidad de pequeñas dimensiones localizada al norte del Complejo con una extensión de unos 35m² aproximadamente (García-Medrano, 2011).

2.2.4.2.1 Historia de las intervenciones

La estructura de la cavidad ha condicionado los trabajos realizados en este complejo, realizándose en diferentes fases y sectores. Dichas intervenciones se inician a finales de los años 70 bajo la dirección de E. Aguirre. No obstante, no será hasta el año 1981 cuando comienzan las excavaciones sistemáticas en este yacimiento, excavándose los niveles superiores de TG (TG12 y TG11). Estos trabajos prosiguieron hasta el año 1986 y se retomaron de nuevo en 1988, esta vez excavando los niveles inferiores de TG y TN (TG10-TG7 y TN6-DA-TN2, respectivamente). En 1991, se inician los trabajos en TZ, intervenciones que se realizaron anualmente hasta 1996. Desde el 2002 se retomaron los trabajos en TZ, que hoy en día ya está completamente excavada. Desde el año 2009 se ha vuelto a trabajar en el área norte de TG, intervenciones que prosiguen en la actualidad (García-Medrano, 2011).

Cada uno de estos sectores (TN, TG y TZ) se excavó con un sistema de cuadrículas propio e independiente del resto, estableciéndose secuencias estratigráficas específicas para cada área (Gil et al., 1987), lo que implicó la realización posterior de propuestas de correlación entre los niveles de los tres sectores. Gil y colegas (1987) fueron los pioneros en presentar correlaciones en los sectores TG y TN a finales de los 80, revisadas posteriormente por Ollé y Huguet (1999), por Vallverdú (2002) y por Ollé et al (2005). No obstante, no es hasta una década después cuando se propone la primera correlación estratigráfica entre los niveles de TZ y los de TG y TN (García-Medrano, 2011), aunando los tres sectores que conforman el complejo Galería (Tabla 2.8).



*Figura 2.11. El Complejo Galería antes de las intervenciones arqueológicas.
(Fotografía: EIA)*

2.2.4.2.2 Secuencia estratigráfica

Las diferentes columnas estratigráficas del Complejo Galería fueron integradas en una única secuencia, en donde se pueden identificar seis fases principales de relleno: cinco unidades sedimentarias (GI-GV) y un paleosuelo (GVI), separadas por cinco discontinuidades estratigráficas (Parés and Pérez-González, 1995; Pérez-González et al., 2001). Del mismo modo, se han documentado diferentes niveles arqueológicos en cada una de ellas (Huguet, 1997; Lorenzo, 1993; Lorenzo and Carbonell, 1999; Ollé, 1996; Ollé and Huguet, 1999; Rosas et al., 1998; Vallverdú, 1999; Vallverdú et al., 1999).



Figura 2.12. Vista actual del Complejo Galería (Fotografía: IPHES).

Estas unidades de base a techo son:

GI. Se trata de una unidad estéril que presenta un espesor máximo de cinco metros. Los sedimentos corresponden a facies de interior de cuevas. Esta unidad está formada principalmente por lutitas-arenitas con facies espeleotémicas intercaladas a muro y a techo (Pérez-González et al., 2001). Asimismo, se ha identificado en esta unidad el cambio de polaridad magnética Matuyama/Bruhnes (780ka), ya que los 3.5 m. inferiores muestran una polaridad inversa, mientras que el resto de la unidad presenta polaridad normal (Pérez González et al. 1999). Las fechas obtenidas tras la datación de un espeleotema situado a techo de esta unidad oscilan entre 317 ± 60 Ka (ESR) y >350 Ka (UTh) (Grün and Aguirre, 1987).

GII. Esta unidad es la primera en la que se registra la presencia de restos arqueológicos. Alcanza una potencia máxima de 2.5 a 3 metros de espesor en la pared sur de Galería y va disminuyendo hasta presentar un espesor de 1.2 m. en la entrada de Trinchera Zarpazos. En esta unidad da comienzo un proceso de sedimentación alóctona (Pérez-González et al., 2001). A su vez, está dividida en dos subunidades por una capa continua de sedimento orgánico (García-Medrano et al., 2014):

- GIIa, también conocido como GII inferior (García-Medrano, 2011). Esta subunidad contiene sedimentos sin clastos (lutitas bioturbadas, brechas estalagmíticas y detríticas

alóctonas locales y depósitos de murcielaguina de color gris muy oscuro) (García-Medrano, 2011; Vallverdú, 2002). Es en este momento cuando se produce la apertura de la cueva al exterior. Las dataciones por termoluminiscencia han proporcionado fechas de unos 503 ± 95 ka en una muestra realizada debajo de los niveles TG7-TN2 y de 422 ± 55 ka para el nivel TG9 (Berger et al., 2008). Sin embargo, estas cronologías presentan discrepancias con aquellas obtenidas en estudios posteriores, que estiman unas fechas de 350-363ka por ESR-US (Falguères et al., 2013) y 313 ± 14 por pIR-IR (Demuro et al., 2014).

- GIIb, o GII superior (García-Medrano, 2011), se compone fundamentalmente de depósitos clásticos gravitacionales, caracterizados por la presencia abundante de gravas y arcillas. Dataciones por ESR-US han estimado un rango cronológico para esta subunidad entre 237-269 ka (Falguères et al., 2013).

GIII. Es, junto a la unidad GII, la más rica en materiales arqueo-paleontológicos. Se dispone por encima de la subunidad GIIb. Esta fase de relleno sedimentario, compuesta principalmente por clastos, se divide a su vez en dos subunidades:

- GIIIa o GIII inferior (García-Medrano, 2011), donde las dataciones por TL en la base de GIII han arrojado unos resultados de 466 ± 39 ka (Berger et al., 2008). No obstante, más recientemente los resultados de ESR-US estiman un rango cronológico entre 221-280ka (Falguères et al., 2013).
- GIIIb o GIII superior (García-Medrano, 2011), que contiene los niveles de TG11 (de GSU7 a GSU12) (Lorenzo and Carbonell, 1999), TN8 y la parte superior de GIII. El nivel TN8 presenta unas fechas por ESR de 256 ± 33 ka (Falguères et al., 2001), que concuerda con las fechas obtenidas en estudios posteriores, ya que las dataciones obtenidas por TL e IRSL estiman una fecha de 255 ± 26 ka TG9 (Berger et al., 2008), muy similar a las obtenidas posteriormente por dataciones a través del ESR-US, que establecen un rango cronológico entre 221-269ka (Falguères et al., 2013).

GIV. Esta unidad no contiene restos arqueo-paleontológicos. El espeleotema que la sella ha sido datado mediante diferentes métodos, obteniendo unas cronologías por ESR de 177 ± 23 (Grün and Aguirre, 1987) y 211 ± 32 (Falguères et al., 2001) y 118 ± 71 (Grün and Aguirre, 1987) por Series de Uranio/Torio. Las dataciones por IRSL confirman las cronologías obtenidas por ESR, al ofrecer una edad de 185 ± 26 TG9 (Berger et al., 2008).

GV. Esta unidad supone la etapa final de colmatación de la cavidad, ya que se corresponde con la fase de relleno del conducto vertical de TN, en la que se han reconocido 6 o 7 coladas clásticas en los cinco metros de potencia que presenta (García-Medrano, 2011).

GVI. Esta unidad es un paleosuelo, por lo que supone la formación edáfica más antigua conservada en las laderas de la sierra de Atapuerca (García-Medrano, 2011).

Unidad	Subunidad	TZ	TG	TN	Fechas	Métodos	Referencias	
GVI	Unidad estéril							
GV	Unidad estéril							
GIV	Unidad estéril				135±13	UTh	Grün y Aguirre, 1987	
					211±32	ESR	Falguères et al., 2001	
					185±26	TL & IRSL	Berger et al., 2008	
GIII	GIIIb	GIII	TG11	TN8	221-269	ESR-US	Falguères et al., 2013	
					256±33	ESR	Falguères et al., 2001	
					255±26	TL & IRSL	Berger et al., 2008	
					GSU 01			
					GSU 02			
					GSU 03			
	GSU 04							
	GSU 05							
	GSU 06							
	GSU 07							
	GSU 08							
	GSU 09							
	GSU 10							
GSU 11								
GSU 12								
	GIIIa				221-280	ESR-US	Falguères et al., 2013	
					466±39	TL	Berger et al., 2008	
		GIIa	TG10 A	TN7				
GII	GIIb	GIIb/c	TG10cc	TG10B	TN6/6DA	237-269	ESR-US	Falguères et al., 2013
				TG10C	TN5			
				TG10D				
	GIIa	GIIc		TG9	TN4	422±55	TL	Berger et al., 2008
				TG8	TN3	350-363	ESR-US	Falguères et al., 2013
				TG7	TN2A/TN2B	503±95	TL	Berger et al., 2008
					313±14	TT-OSL	Demuro et al., 2014	
						pIR-IR		
GI	Unidad estéril				317±60	ESR	Grün & Aguirre, 1987	
					>350	UTh		
					374±13	TT-OSL	Demuro et al., 2014	
					Matuyama -Brunhes	Paleomagnetismo		

Tabla 2.8. Correlación estratigráfica entre los distintos sectores del Complejo Galería, dataciones, métodos y referencias. Modificado de García Medrano et al., 2014

2.2.4.2.3 Patrones de ocupación

Los estudios orientados a la definición de las dinámicas de ocupación producidas en el Complejo Galería se centran en las unidades GII-GIII, puesto que son en ellas donde se produce una mayor acumulación de restos arqueológicos. Entre los tres sectores, se han recuperado más de 7.000 restos de macromamíferos y más de 1.500 restos líticos, junto con un gran número de restos de microvertebrados (Cáceres et al., 2010) y 2 restos humanos: un fragmento de mandíbula y un fragmento craneal, ambos asignados a *Homo heidelbergensis* (Bermúdez de Castro and Rosas, 1992).

Los estudios zooarqueológicos indican un predominio de herbívoros, especialmente de ungulados de talla media (équidos y cérvidos), seguido por bóvidos y rinocerontidos. Los

carnívoros, por su parte, se caracterizan por una gran variabilidad de taxones pese a la escasez de restos recuperados (Cáceres et al., 2010). El conjunto faunístico se corresponde con la Unidad Faunística FU6 (Cuenca-Bescós et al., 2010). El listado taxonómico completo de las especies identificadas puede consultarse en Rodríguez et al (2011).

Los herbívoros presentan un perfil de mortalidad catastrófico (Huguet et al., 2001), definido por una mayor abundancia de ejemplares inmaduros, seguidos por adultos y seniles. Los esqueletos de estos individuos se caracterizan por estar incompletos, en los que destaca un contraste muy marcado entre la abundancia de restos axiales y la escasez de elementos apendiculares (Cáceres et al., 2010).

Con respecto a la industria lítica, los estudios muestran una fragmentación espacio-temporal de las cadenas operativas, que indicaría el carácter marcadamente alóctono de la talla lítica (García-Medrano, 2011; Ollé et al., 2016a). Los conjuntos líticos están caracterizados por una abundancia relativa de bifaces y hendedores (Ollé et al., 2016a), que contrasta con la escasez de *choppers* y *chopping tools*, así como por una alta frecuencia de retocados de pequeño formato y el predominio de las estrategias de talla centrípetas. Esto ha llevado a adscribir estos conjuntos al Modo 2 o achelense (Carbonell et al., 1995b, 1999b, 2001; García-Medrano, 2011; García-Medrano et al., 2013, 2014, 2015; Mosquera, 1995; Ollé et al., 2013, 2016a).

A pesar de la relativa estabilidad que muestra el conjunto lítico en el Complejo Galería, se han identificado una serie de cambios diacrónicos. Así, en la subunidad inferior (GIIa) se produce un predominio de uso de cantos de cuarcita para obtener lascas y configurar bifaces y hendedores. A partir de la mitad superior de la subunidad de GIIb, se produce un aumento de la diversidad de las materias primas, aumentando el uso de la arenisca y el sílex neógeno (García-Medrano, 2011; García-Medrano et al., 2014, 2015; Ollé et al., 2013, 2016a). Dicho aumento se produce en paralelo con el incremento del uso de lascas de grandes dimensiones como soportes, tanto para obtener lascas, como para configurar grandes instrumentos (García-Medrano et al., 2014). Estos grandes instrumentos, o *Large Cutting Tools*, presentan una intensidad de retoque mayor, aunque su frecuencia disminuye en favor de los retocados de pequeño formato (puntas, denticulados y raederas) en la unidad GIII (García-Medrano, 2011). En esta unidad también se produce un aumento en la frecuencia de estrategias de talla más complejas, destacando especialmente aquellas estrategias discoidales en las cuáles se produce una jerarquización entre las superficies, lo que ha llevado a algunos autores a interpretar este conjunto como un conjunto de transición entre el Modo 2 y el Modo 3 (Terradillos-Bernal and Díez-Fernández-Lomana, 2012).

No obstante, otros autores han discutido recientemente las interpretaciones realizadas por el EIA sobre el carácter exclusivamente achelense de este yacimiento (Santonja and Pérez-González, 2021, 2020).

El complejo Galería por tanto, no sería un lugar referencial para los homínidos, ya que: 1) las acumulaciones de fauna no fueron producidas por agentes biológicos; esto se ve reflejado en la composición anatómica de los conjuntos, que indica que se trataría de elementos con menor valor energético, 2) las condiciones ambientales de la cueva -caracterizada por la elevada humedad, la presencia de charcos y la escasez de luz- no resultan óptimas para la ocupación humana, 3) las cadenas operativas están incompletas, y 4) el predominio de talla *ex situ* indica un uso esporádico de la cueva (Cáceres et al., 2010). Del mismo modo, el hecho de que no haya abundancia de coprolitos, junto con el bajo número de restos digeridos, no permiten asociar esta cueva a cubiles de carnívoros (Cáceres, 2002).

Por el contrario, tanto la presencia del conducto vertical de TN como los datos anteriormente citados, apuntan a que Galería actuaría como una trampa natural (Cáceres, 2002; Cáceres et al., 2010; Díez Fernández-Lomana, 1993; García-Medrano et al., 2017; Huguet et al., 2001; Ollé et al., 2005). En este escenario, los homínidos tendrían un acceso primario de las carcasas, mientras en el caso de los carnívoros dicho acceso pudo ser tanto primario como secundario. Las estrategias en la obtención de recursos fueron distintas entre ambos grupos: mientras que los grupos humanos optaban por preparar, transportar y consumir los nutrientes fuera de Galería, los carnívoros optaron por el consumo *in situ* de los restos (Cáceres et al., 2010).

La ausencia de elementos característicos de lugares referenciales humanos indica que se trataría de visitas esporádicas de baja intensidad y repetitivas, orientadas a la explotación de los herbívoros provistos por la trampa natural (Cáceres et al., 2010; Ollé et al., 2005). A pesar del carácter marcadamente oportunista del acceso a los recursos, el hecho de que se introduzcan en muchas ocasiones herramientas producidas con anterioridad y de que se complementan con secuencias de talla cortas orientadas a producir y retocar lascas para así cubrir necesidades puntuales, indicaría un cierto grado de planificación y de control de territorio (Ollé et al., 2005), representando Galería un lugar recurrente en el área de captación de recursos bióticos de los homínidos que ocupaban la sierra de Atapuerca.

Los estudios espaciales llevados a cabo en este yacimiento apuntan a que la actividad en Galería se correlaciona con la funcionalidad del yacimiento, y la intensidad de las ocupaciones se correlaciona con la eficacia de la trampa natural. A medida que el sector TN se fue rellenando, se perdía progresivamente la eficacia de esta trampa natural, lo que pudo haber provocado una pérdida de interés en la cueva, que pasó a tener un atractivo marginal tanto para los humanos como para los carnívoros (García-Medrano et al., 2017).

Del mismo modo, los cambios derivados de los procesos de sedimentación parecen haber provocado también cambios en el uso del espacio. De esta manera, en la subunidad GIIa el conjunto lítico se concentra en la zona TN, donde se han recuperado todos los remontajes de esta subunidad. Esto podría deberse a que, además de las carcacas de herbívoros, este sector proporcionaría un punto de luz directa. En GIIb se ha inferido un mayor impacto ocupacional en base a la mayor cantidad de restos recuperados, cuyas actividades se concentrarían igualmente en TN, pero también en TG. En GIIIa se produce un descenso en el impacto ocupacional de los grupos humanos que, sin embargo, iría en paralelo con una ocupación de la totalidad del espacio del complejo (TZ, TG y TN). La distribución espacial de los restos recuperados en GIIIb indica un desplazamiento de las actividades hacia TZ, en donde se desarrollarían actividades de talla, mientras que TG podría corresponderse a una zona orientada a la carnicería y procesado de animales. En este momento, TN estaría prácticamente colmatada, por lo que la trampa natural ya no sería efectiva (García-Medrano et al., 2017).

En la presente Tesis Doctoral se presentan los resultados de los núcleos y configurados sobre canto recuperados hasta la campaña correspondiente al año 2020, siguiendo la división en subunidades planteada en los trabajos previos (GIIa, GIIb, GIIIa y GIIIb) (Cáceres et al., 2010; García-Medrano, 2011; García-Medrano et al., 2014, 2015, 2017; Ollé et al., 2013, 2016a).

2.2.5 Contexto litológico

El entorno de la sierra de Atapuerca ofrece un gran abanico de recursos litológicos próximos a los yacimientos, a un radio medio máximo de 5 km (García-Antón, 2016), resultado de la diversidad de formaciones litológicas que conforman el contexto geológico de dicha sierra.

Se han realizado numerosos estudios orientados a la descripción de estos recursos, tanto en contextos primarios como secundarios en el entorno de la sierra y en las terrazas cuaternarias del río Arlanzón, Pico, Vena y Cueva-Salgüero. Generalmente, estos estudios están basados en prospecciones extensivas (de Lombera-Hermida, 2020; García-Antón, 2016; Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2014) u orientados a la caracterización petrográfica de las diferentes litologías, centrándose especialmente en las variedades de sílex cretácico y neógeno (García-Antón, 2016; Navazo et al., 2008; Pedergrana et al., 2017).

Los afloramientos de sílex cretácico se han documentado en la formación de calizas del Turoniense-Santoniense inferior, que se encuentra en la parte superior de la sierra (García-Antón, 2016; García-Antón Trassierra and Mosquera, 2007). Se han identificado dos variedades:

- En el sector suroccidental de la sierra se sitúa el afloramiento conocido como La Rasa de San Vicente (RSV) (García-Antón, 1998, 1997; García-Antón et al., 2002), en donde los nódulos pueden aparecer desmantelados en la superficie circundante de las formaciones del lapiaz del alto serrano debido a la disolución de las calizas cretácicas y a la mayor resistencia del sílex frente a la disolución de las aguas superficiales (García-Antón, 2016) o incrustados en la caliza en la Galería del sílex (de Lombera-Hermida, 2020).

Los nódulos se caracterizan por presentar morfologías irregulares y dimensiones máximas de entre 10 y 30 cm., así como restos fosilíferos, con una estructura del tipo *wackestone-packstone* microcristalina (García-Antón, 2016).

- El segundo afloramiento se localiza en la cabecera del valle de Valdecuende (García-Antón, 2016), al noroeste de la sierra, en donde se ha localizado el yacimiento arqueológico conocido Valle de las Orquídeas (Mosquera et al., 2007). Esta variedad está caracterizada por un menor contenido fosilífero y una estructura silíceo compacta de tipo *mudstone*. Los nódulos procedentes de este afloramiento son heterométricos y más pequeños que los procedentes de la RSV, ya que oscilan entre los 5-15cm, con morfologías irregulares que tienden a formatos lentejonares u ovoidales (García-Antón, 2016).

El sílex neógeno procede de las formaciones del Mioceno final, localizadas en las vertientes WNW y SE de la sierra de Atapuerca (García-Antón, 2016). Al NW, los grandes bloques de sílex neógeno -cuyas dimensiones pueden ser métricas (afloramientos de Villalval-Rubena)- afloran debido a la erosión de las calizas del Astariciense superior. En el SE, afloran múltiples bloques de dimensiones decimétricas a lo largo de la planicie próxima a Zalduendo (de Lombera-Hermida, 2020). Además, otros estudios (Navazo et al., 2008) han permitido identificar la presencia de sílex en depósitos subprimarios y secundarios, cuya formación está vinculada a la precipitación de sílice en ambientes hipersalinos y ricos en yesos y carbonatos.

El sílex neógeno constituye una de las litologías más abundantes en el entorno de la sierra de Atapuerca, lo que puede explicar su mayor representación en los conjuntos arqueológicos (de Lombera-Hermida, 2020; Ollé et al., 2013; Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2014) y se caracteriza por la presencia de irregularidades en la textura y calidad, como geodas o alteraciones superficiales, que puede llegar a oscilar entre diferentes fragmentos o incluso entre diferentes partes de un mismo bloque (Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2014).

Por otro lado, la considerable alteración diagenética de su interior y estructura, genera graves consecuencias en la conservación y preservación de esta litología, lo que dificulta en algunos casos la realización de estudios tecnológicos y funcionales, dando lugar a un gran porcentaje de restos no identificables (de Lombera-Hermida, 2020).

Además, se han identificado otros afloramientos de sílex a mayor distancia de los yacimientos y cuya representación es mínima en los conjuntos arqueológicos, que se corresponden al sílex de Arlanzón (Cretácico inferior) y a los afloramientos de sílex de Villagonzalo-Pedernales (Mioceno superior). El primero, vinculado a la facies Weald, se localiza a 6-7 km de los yacimientos, cuyos nódulos son heterométricos y pueden alcanzar los 20cm de eje mayor. Los segundos se localizan a unos 15 km de la sierra y aparecen en forma de grandes bloques métricos y morfologías irregulares (García-Antón, 2016).

Por su parte, los materiales de origen fluvial (arenisca, cuarcita y cuarzo), presentan tres focos o áreas de captación importantes:

- Terrazas pleistocenas del Río Arlanzón

Se han identificado hasta 14 terrazas fluviales (Benito-Calvo and Pérez-González, 2007), localizadas a una distancia de entre 0.5 y 1.5 km de los yacimientos. La gran variedad de litologías identificadas se corresponde con la presencia de múltiples facies vinculadas con el Paleozoico de la sierra de la Demanda (García-Antón, 2016; García-Antón Trassierra and Mosquera, 2007). Para una descripción detallada de las diferentes facies ver García-Antón (2016, pp. 98–113).

Los cambios en el encajamiento del río Arlanzón provocaron modificaciones en la representatividad de las diferentes facies en las terrazas fluviales. De este modo, las terrazas del Pleistoceno medio se caracterizan por una mayor presencia de las facies cámbricas de Barbadillo del Pez y Najerilla, en detrimento de los aportes de la facies Carbonífera (García-Antón Trassierra and Mosquera, 2007). Esto podría implicar cambios en la disponibilidad de cuarcitas de buena calidad entre las terrazas del Pleistoceno inferior y medio, lo que a su vez podría condicionar su frecuencia en los conjuntos arqueológicos (Mallol, 1999).

- Formación detrítica de Utrillas (Olmos de Atapuerca)

Se trata de una formación detrítica de origen continental caracterizada por la presencia de arenas y arcillas feldespáticas y cuyo origen se remonta al Cretácico inicial (Albiense-Aptiense) (Pineda, 1997). Dicha formación se localiza a escasos 5 km de los yacimientos hacia

el noreste de la sierra, en donde los niveles superiores presentan conglomerados de cuarcita y cuarzos localizados en una matriz arenosa.

Los cantos de cuarcita y cuarzo presentan morfologías elipsoidales y subesféricas (Pedernana et al., 2017). En el caso de la cuarcita, pueden presentarse tanto de mediano como gran formato (>60 mm) y se han identificado dos variedades con granulometrías, grados de metamorfismo y características petrográficas diferentes (García-Antón, 2016).

- Depósitos secundarios asociados a las terrazas pleistocenas del río Vena.

Se trata de materiales depositados secundariamente en las terrazas del Pleistoceno medio y superior del río Vena, que va arrastrando materiales de la facies Pedraja a lo largo de su recorrido y erosionando la secuencia sedimentaria neógena de la sierra (de Lombera-Hermida, 2020).

Estas litologías presentan diferentes aptitudes para la talla, examinadas en profundidad en los trabajos de Terradillos-Bernal (Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2017, 2014):

El sílex cretácico tiene una aptitud media-alta para la talla. Sin embargo, las características morfométricas de los nódulos (reducidas dimensiones y morfología poliédrica y gruesa), junto con la presencia de algunas irregularidades y fisuras internas, son sus mayores limitantes. Requiere de la aplicación de una fuerza baja-media en las fases iniciales de la secuencia de reducción, aunque conforme se avanza dicha secuencia y/o los ángulos entre superficies son abruptos, se requiere del uso de una fuerza media-intensa.

El sílex neógeno reacciona de forma muy variable a los procesos de talla lítica, que puede explicarse por el carácter heterogéneo de su composición. Así, el interior, se caracteriza por un bajo grado de cristalización y la presencia de geodas, mientras que el exterior presenta un grano muy fino y homogéneamente cristalizado, lo que explica que la talla de la parte interior de estos fragmentos requiere de un uso de fuerza más intensa debido a que ésta se transmite peor que en la zona superficial.

La cuarcita presenta aptitudes diferentes en función de la formación en la que se encuentre. Las correspondientes a la facies Utrillas presenta buenas calidades para la talla, ya que resulta fácil controlar los productos obtenidos, limitando el número de accidentes de talla y cuyos productos presentan un filo regular y muy duro. Sin embargo, la dureza de este material, junto con la morfología subesférica de los cantos y la relativa frecuencia de fisuras son sus principales inconvenientes.

Las que pertenecen a las terrazas del Arlanzón presentan diferentes calidades para la talla. Las más aptas, se caracterizan por presentar formatos grandes (100mm de eje mayor) e irregulares. A nivel interno, se caracteriza por presentar una estructura homogénea compuesta por grano fino, mientras las fisuras o fracturas internas son muy poco frecuentes. Sin embargo, el córtex dificulta la transmisión de la fuerza ejercida durante la percusión, dando lugar a productos cortos y cuadrangulares.

La arenisca de las terrazas del Arlanzón tiende a presentar tamaños medianos y grandes, así como morfologías aplanadas. En los trabajos experimentales realizados sobre estos materiales se destacan sus limitaciones a la hora de producir lascas, que se caracterizarían por presentar morfologías muy irregulares y filos sinuosos, frágiles y con una limitada capacidad de corte. Esto es debido a la presencia de fisuras frontales que generan numerosas fracturas y a la blandeza de este material. En cambio, se señala que es muy adecuado para la producción de grandes herramientas planas (Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2014).

El cuarzo suele presentarse en forma de cantos pequeños y espesos. A nivel interno, presenta un grano fino-medio, así como irregularidades y fisuras que generan lascas fracturadas (especialmente de tipo Siret) o reflejadas con un limitado uso potencial.

La caliza procede del sustrato kárstico cretácico de la Sierra de Atapuerca (García-Antón, 2016; Ollé et al., 2013) y por tanto se puede localizar tanto dentro como fuera de las cuevas en forma de bloques irregulares y espesos. Se trata de un material muy heterogéneo y muy poco adecuado para la talla (Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2014).

En este trabajo hemos seguido la división por materias primas más comúnmente utilizada en trabajos anteriores (p.ej. de Lombera-Hermida, 2020; de Lombera-Hermida et al., 2015; García-Medrano, 2011; García-Medrano et al., 2015, 2014; López-Ortega, 2020; López-Ortega et al., 2017; Mosquera et al., 2018; Ollé et al., 2016, 2013), distinguiendo seis variedades litológicas: arenisca (que, de hecho, incluye arenisca, metaarenisca y esquisto), cuarcita (ortocuarcita, metacuarcita y cuarzoarenita), sílex cretácico (que incluye las variedades de la Rasa de San Vicente y Valdecuence), sílex neógeno, cuarzo y caliza.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

3. METODOLOGÍA

Las técnicas y métodos empleados durante la realización de este trabajo se pueden clasificar en dos grandes bloques: aquellos orientados a la estimación del grado de reducción de núcleos y grandes configurados sobre canto y aquellos enfocados al estudio de la variabilidad en las estrategias de explotación a través del análisis de atributos morfo-técnicos. A estos dos grandes bloques se les puede sumar un tercero, transversal a ambos, y que incluye todos los procedimientos técnicos (escaneo y obtención de modelos 3D) y estadísticos necesarios para la obtención y procesamiento de los datos, así como la creación de las herramientas necesarias para permitir su reproducibilidad.

Debido a que los artículos que conforman esta Tesis Doctoral presentan un apartado específico de metodología, en donde se detallan los procedimientos, métodos y técnicas analíticas aplicadas, en este capítulo se recogerá sintéticamente los diferentes métodos y procedimientos empleados, referenciando a aquellos apartados de esta Tesis Doctoral en donde se explican en mayor profundidad.

3.1 Aproximación a la reducción

3.1.1 Arqueología experimental

El desarrollo y evolución de este trabajo ha requerido de la realización de dos programas experimentales previos al análisis del material arqueológico. Estas dos experimentaciones se realizaron con fines distintos, lo que explica las diferencias en los protocolos aplicados y en el propio desarrollo de éstos. Así, el primer programa experimental se realizó con el objetivo de contrastar las metodologías y proxis ya publicados orientados a la estimación del grado de reducción, y así evaluar el efecto del tamaño de los soportes y de las estrategias de talla sobre estos estimadores (Lombao et al., 2019).

En cambio, para la segunda experimentación, orientada a testear la eficacia del método de análisis de reducción propuesto, se ha optado por elevar el número de efectivos empleados, para tener un *corpus* de datos mayor y aumentar tanto el número de estrategias de talla evaluadas, como el número de talladores participantes (Lombao et al., 2020).

Los detalles relativos a los materiales empleados, los objetivos definidos, así como el diseño y desarrollo de cada uno de estos programas experimentales están explicados con detalle en los apartados 4.1.1 y 4.1.2.

3.1.2 Proxies de reducción

Para el desarrollo de esta investigación se han empleado principalmente tres aproximaciones metodológicas diferentes al estudio de la reducción.

3.1.2.1 *Proporción de córtex*

Es el resultado obtenido de la división entre la superficie no cortical por la superficie total de cada núcleo. Se basa en la premisa de que a medida que la reducción avanza, las extracciones van eliminando córtex de forma progresiva. La cuantificación de las superficies corticales y no corticales se ha realizado a través de los modelos 3D, ya que permite medir con mayor precisión estos parámetros (Lin et al., 2010).

3.1.2.2 *Scar Density Index*

El *Scar Density Index* (SDI) se calcula dividiendo el número de levantamientos mayores de 10mm entre la superficie de cada núcleo, incluyendo los negativos reflejados mayores de esta dimensión (Clarkson, 2013). Se basa en la asunción de que a medida que la reducción avanza, se produce un aumento en el número de levantamientos, a la vez que disminuye la superficie del núcleo.

3.1.2.3 *Volumetric Reconstruction Method*

Este método fue diseñado con el objetivo de reconstruir el volumen de los soportes originales antes de su explotación (Lombao et al., 2020). Las extracciones que se suceden en un núcleo no sólo eliminan volumen, sino que también modifican las dimensiones y la morfología de éste. Por ejemplo, las lascas extraídas en un núcleo bifacial centripeto no sólo afectan al espesor del núcleo, sino que la longitud y la anchura también se ven afectadas a través de la plataforma de la lasca extraída. Teniendo esto en cuenta, es posible estimar el volumen de los soportes mediante la reconstrucción de las dimensiones máximas de cada núcleo. Para realizar esta reconstrucción, es necesario realizar primero una lectura diacrítica de los núcleos y entender de qué manera afectan las extracciones a cada uno de los ejes máximos. Una vez identificado el número de generaciones que afectan a cada eje máximo del núcleo es posible corregir las dimensiones máximas de éste, asociando a cada generación de levantamientos la media o mediana del espesor de las plataformas de las lascas (para la longitud y anchura de cada núcleo) o del espesor de las lascas asociadas a los núcleos (para el espesor de cada núcleo).

Estas nuevas medidas representarían las dimensiones originales del nódulo antes de ser tallado. Al introducir estas dimensiones corregidas en la fórmula del volumen del elipsoide se puede estimar el volumen original de los soportes antes de ser tallados. La selección del elipsoide sobre otras fórmulas geométricas es debida a la mayor resolución que presentan las

estimaciones realizadas a través de la aplicación de esta fórmula geométrica en comparación con otras (ver apartado 4.1.2)

De este modo, a partir de la obtención de un valor para el volumen original es posible estimar el porcentaje de volumen que ha sido extraído durante el proceso de talla. Este método se basa tanto en las medidas de los núcleos, como de las lascas asociadas a esos núcleos de cada conjunto. Aunque los procedimientos y pasos necesarios para su aplicación están explicados con detalle en el apartado 4.1.2, aquí los detallamos brevemente:

Con respecto a las lascas, se calculó la media y la mediana del espesor de las plataformas de las lascas y del espesor de las lascas de cada conjunto (incluyendo lascas, fragmentos de lascas, lascas fragmentadas y retocados sobre lasca). Para realizar este cálculo, se separaron los resultados en función de cada nivel y materia prima.

Con respecto a los núcleos, se midieron las tres dimensiones morfológicas máximas de cada núcleo a partir de la caja mínima (*minimal box*) (Laplace, 1972) y se obtuvo el volumen de cada núcleo mediante los modelos 3D. Posteriormente, se realizó un análisis diacrítico de los núcleos, identificando y cuantificando el número de generaciones de negativos que afectasen a las dimensiones máximas de cada eje morfológico. El número de generaciones que afectan a las dimensiones máximas han sido denominadas unidades de corrección.

El siguiente paso consistió en multiplicar el número de unidades de corrección identificadas por la media o la mediana del espesor de las plataformas de las lascas, para los ejes correspondientes a la longitud y anchura de cada núcleo, en función de la normalidad de las distribuciones. Para el eje del espesor, se ha multiplicado el número de unidades de corrección identificadas para el espesor de cada núcleo por la media o mediana del espesor de las lascas del conjunto.

Una vez calculados estos valores, se suman a las dimensiones del núcleo, empleando estas dimensiones corregidas para aplicar la fórmula del volumen del elipsoide.

Por último, dividiendo el volumen remanente del núcleo -es decir, el volumen del núcleo abandonado- por el volumen original estimado del soporte antes de la talla, se puede obtener la ratio de volumen remanente, multiplicando el resultado por 100 para obtener el porcentaje de volumen remanente estimado. Para obtener el porcentaje de volumen extraído para cada núcleo se sustrae de 100 el valor del porcentaje de volumen remanente.

3.2 Aproximación a la variabilidad tecnológica

3.2.1 Análisis tecnológico de núcleos (BNE)

Para el estudio de los núcleos, se ha empleado, por un lado, el Sistema Lógico Analítico (SLA)

(Carbonell et al., 1992, 1983) readaptado, con el objetivo de hacer un análisis más detallado y enfocado a las problemáticas tratadas. Por otro lado, siguiendo los planteamientos de Vaquero (Vaquero, 1999, 1997; Vaquero et al., 2004), el estudio de las Bases Negativas de Explotación se ha estructurado en dos niveles de análisis: a nivel de conjunto, analizando el núcleo entendido como una totalidad -es decir, sus atributos generales-, y a nivel elemental, analizando de forma individual cada una de las superficies intervenidas.

En primer lugar, se ha identificado la materia prima de cada objeto, el tipo de soporte utilizado (canto-bloque-lasca) y el objetivo de la talla (explotación-configuración).

En los núcleos se han distinguido dos tipos principales, cuya nomenclatura se corresponde con el SLA (Carbonell et al., 1992, 1983): Bases Negativas de Primera Generación de Explotación (BN1GE), donde el soporte empleado es un canto, bloque o fragmento natural, y Bases Negativas de Segunda Generación de Explotación (BN2GE) donde el soporte lo constituye una lasca o Base Positiva (BP). En algunos casos no es posible distinguir el tipo de soporte empleado, por lo que se ha utilizado el término genérico de Base Negativa de Explotación (BNE). Los fragmentos de núcleo, independientemente del tipo de soporte empleado, se han denominado Fragmento de Base Negativa de Explotación (FBNE). En lo referente a los configurados, únicamente se han analizado en esta Tesis Doctoral los instrumentos realizados sobre canto, denominados Bases Negativas de Primera Generación de Configuración (BN1GC). En caso de no poder atribuir con seguridad el carácter de configuración o explotación en algunos objetos, se han definido bajo el término Base Negativa de Primera Generación (BN1G).

3.2.1.1 Nivel General

Algunos atributos dimensionales se han registrado a través de los modelos 3D de cada elemento:

- **Dimensiones:** se ha medido el largo, ancho y espesor máximo de cada elemento, siguiendo el procedimiento de la caja mínima (Laplace, 1972). Estas mediciones se han realizado a través de los modelos 3D.
- **Volumen:** se ha cuantificado la cantidad de volumen (en mm³) de cada objeto analizado.
- **Superficie:** se ha cuantificado la cantidad de superficie total (en mm²) de cada objeto analizado.
 - **Número de superficies intervenidas (Facialidad):**

Se ha cuantificado el número de superficies o caras del núcleo en las que se ha intervenido, independientemente de si el objetivo es la explotación o preparación de la plataforma,

distinguiendo entre unifaciales (una cara intervenida), bifaciales (dos caras intervenidas), trifaciales (tres caras intervenidas) y multifaciales (cuatro o más caras intervenidas).

- **Relación espacial de las superficies intervenidas:**

En aquellos núcleos que presentan al menos dos superficies intervenidas se puede observar la relación espacial entre las diferentes superficies, distinguiendo entre contiguas (dos superficies adyacentes separadas por una arista o un cambio de plano), opuestas (dos superficies localizadas en sectores opuestos del núcleo) o mixtas (cuando se produce una combinación entre superficies contiguas y opuestas).

- **Número de superficies de percusión:**

Se cuantifica el número de superficies utilizadas como plataforma de percusión y se distingue entre unipolar (una superficie de percusión), bipolar (dos superficies) y multipolar (tres o más superficies).

- **Relación espacial de las superficies de percusión.**

En aquellos núcleos que tienen al menos dos plataformas de percusión, se puede observar la relación espacial entre ellas, distinguiendo entre contiguas (dos superficies adyacentes), opuestas (dos superficies opuestas), mixtas (cuando hay una combinación de caras adyacentes y opuestas) y periféricas/perimetrales (cuando las plataformas están articuladas alrededor del perímetro del núcleo (como, por ejemplo, en estrategias centrípetas).

- **Polaridad general de la explotación.**

Con el objetivo de analizar la organización volumétrica de la explotación, se analiza la relación de polaridad entre todas las series de explotación documentadas en cada núcleo (Figura 3.1), distinguiendo entre:

Unipolar Longitudinal: las extracciones se realizan desde la misma plataforma de percusión siguiendo el mismo eje de explotación.

Bipolar opuesta: las extracciones se realizan desde dos plataformas de percusión opuestas y con una direccionalidad también opuesta.

Bipolar ortogonal: las extracciones se realizan desde dos plataformas de percusión adyacentes siguiendo ejes de explotación perpendiculares.

Multipolar centrípeta: las extracciones siguen ejes de explotación orientados al centro de la superficie de explotación.

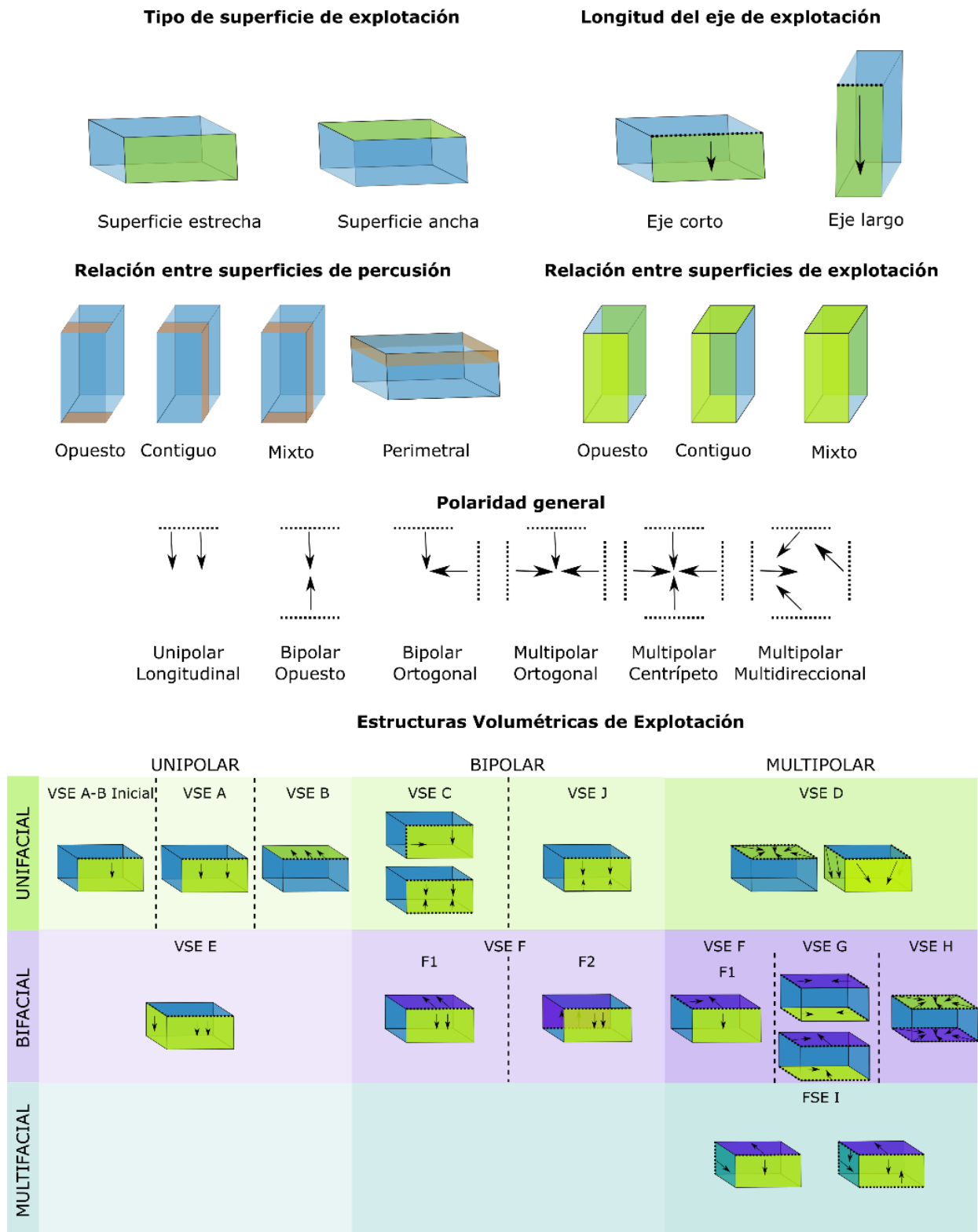


Figura 3.1. Algunos atributos morfotécnicos analizados y representación gráfica de las Estructuras Volumétricas de Explotación (VSE).

Multipolar ortogonal: las extracciones se realizan desde al menos tres plataformas de percusión diferentes siguiendo ejes de explotación perpendiculares.

Multipolar multidireccional: son aquellos núcleos que presentan extracciones en al menos tres superficies diferentes, cuyos negativos no presentan un orden claro.

Otros/Indet: se corresponde con aquellos casos en los que no es posible identificar una estrategia clara, ya sea por condiciones de preservación o porque la talla no presenta el suficiente desarrollo para poder identificar estrategias de forma nítida.

○ **Jerarquización**

El carácter de jerarquización se analiza en función del papel que juega cada superficie de lascado a lo largo de la secuencia de reducción. Si existe una diferenciación muy clara entre dos superficies intervenidas es posible hablar de núcleos jerarquizados, en los que una superficie presenta una explotación preferencial mientras que la/s superficie/s restante/s están orientadas a la preparación de plataformas o superficies de percusión. En el lado contrario, los núcleos no jerarquizados son aquellos en los que, o bien ambas caras actúan alternativamente como superficies de explotación y como plataformas de percusión a lo largo de la secuencia, o bien la explotación de las superficies es independiente entre ellas. En este sentido, como no es posible conocer la intencionalidad de los talladores en el momento en que se reduce el núcleo, esta valoración se realiza en base a diferentes aspectos que podrían estar indicando una gestión diferencial de las superficies: el número y orden de levantamientos por cada una de las caras intervenidas, la profundidad de las extracciones con respecto a la superficie de explotación y el porcentaje de superficie cortical en cada una de las caras intervenidas.

No obstante, dado el carácter marcadamente subjetivo de esta variable, únicamente se han contabilizado como jerarquizados aquellos núcleos en los que claramente se puede asignar un papel diferenciado a cada una de las superficies intervenidas.

○ **Simetría**

Para los núcleos que presentan dos superficies opuestas, la simetría o asimetría del volumen viene determinada por la ubicación del plano de intervención con respecto al centro de gravedad del objeto (Vaquero, 1999). De este modo, cuando el plano de intervención coincide con el centro de gravedad del núcleo se producen volúmenes simétricos. En cambio, si el plano de intervención está localizado en una posición diferente al centro de gravedad del núcleo, el volumen estará distribuido de forma asimétrica en las dos superficies del núcleo.

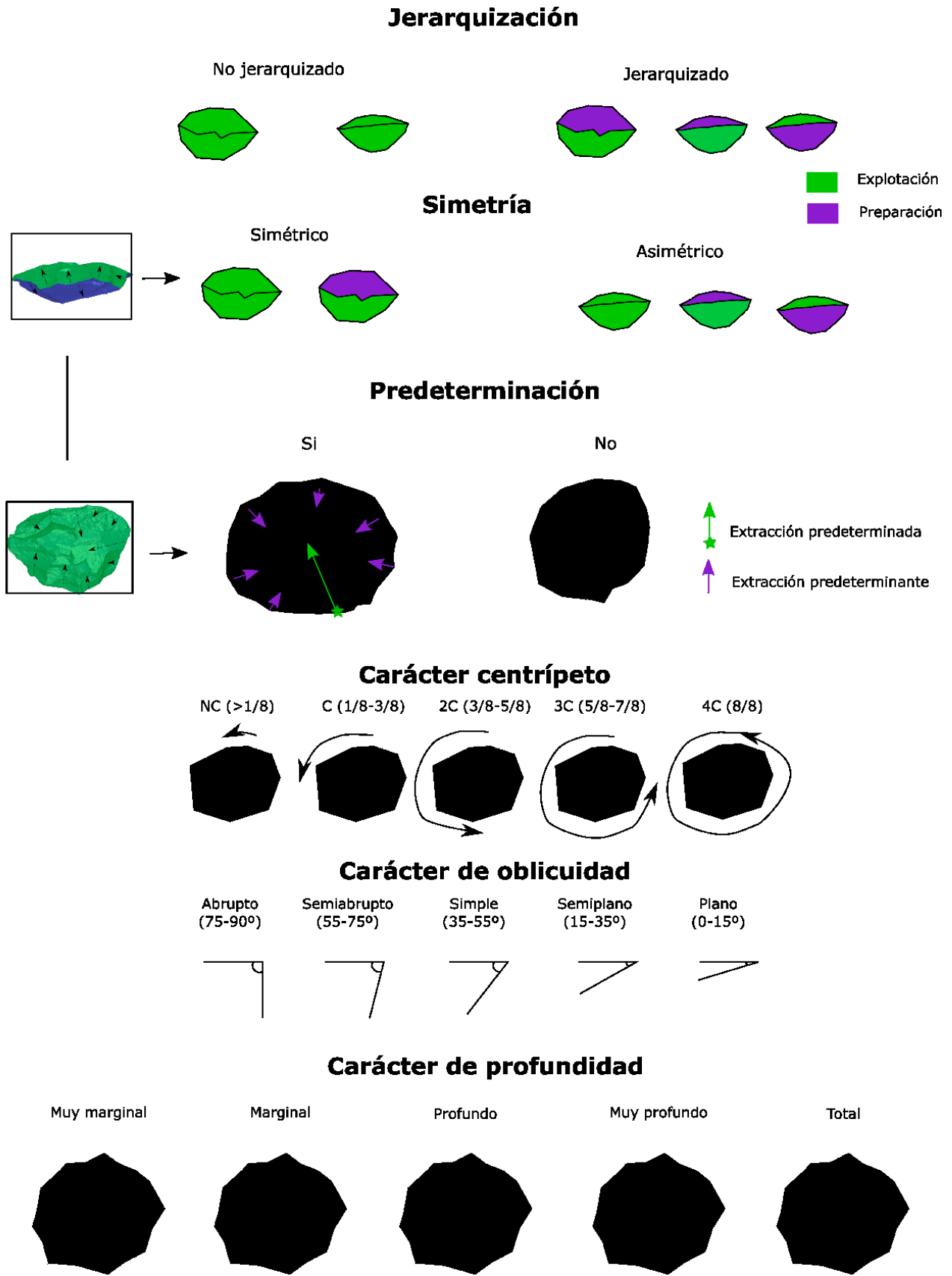


Figura 3.2. Otros atributos morfotécnicos analizados.

- **Predeterminación**

El carácter de predeterminación consiste en la búsqueda de productos con unos caracteres o atributos morfo-volumétricos específicos desde el inicio del proceso de explotación, mediante, por ejemplo, la creación y mantenimiento de convexidades laterales y distales de la superficie de lascado.

- **Carácter centrípeto**

Viene definido por el perímetro del núcleo que ha sido tallado. Según la proporción entre zona tallada y zona no tallada, podemos distinguir entre: NC (menos de 1/8 del perímetro); C (1/8 – 3/8); 2C (3/8 – 5/8); 3C (5/8-7/8) y 4C (todo el perímetro del núcleo).

3.2.1.2 *Nivel Elemental*

A su vez, para cada una de las superficies intervenidas se ha realizado un análisis específico, contemplando las siguientes variables:

- **Tipo de superficie de explotación:**

En los núcleos unifaciales, identificamos si la superficie de talla se corresponde a una de las caras anchas o estrechas del núcleo (Carmignani et al., 2017). En los núcleos con dos o más superficies de explotación, definimos el tipo de superficie utilizada para cada superficie de lascado.

- **Eje de superficie de explotación**

Se ha distinguido entre eje largo y eje corto, dependiendo de si la dirección de las extracciones se corresponde con el eje largo o el eje corto de la superficie tallada.

- **Delineación de superficie de explotación**

Se ha clasificado la delineación de cada superficie de explotación distinguiendo entre plana, convexa y cónica. En los núcleos bifaciales, la relación entre las dos delineaciones nos indica el carácter simétrico o asimétrico de los mismos.

- **Número de superficies percusión:**

Se ha cuantificado el número de plataformas de percusión empleadas en la explotación de cada una de las caras intervenidas, distinguiendo entre unipolar, bipolar o multipolar.

- **Tipo de superficie de percusión:**

Se ha identificado si la superficie de percusión se corresponde a una de las superficies anchas o estrechas del soporte. En el caso de que haya más de una plataforma, si se produce una combinación de estos dos tipos de superficie, se denominan mixta.

- **Eje de superficie de percusión:**

Del mismo modo que para la superficie de percusión, se ha identificado si el eje de la plataforma se corresponde con una de las superficies anchas o estrechas del soporte.

- **Corticalidad de plataforma de percusión**

Se ha identificado la corticalidad de la plataforma de percusión correspondiente a cada una de las superficies de explotación, distinguiendo entre no cortical (nco), no cortical-cortical (nco-co), cortical-no cortical (co-nco) y cortical (co). En el grupo de las plataformas no corticales se ha especificado si ésta se corresponde a una superficie natural, a extracciones previas o preparaciones de la plataforma.

- **Ángulo**

Define el carácter de oblicuidad de las extracciones respecto a la plataforma de percusión de cada una de las superficies. De esta manera, en función del ángulo entre ambas superficies se han agrupado en: Plano: 0°-15° (P); Semiplano: 15°-35° (SP); Simple: 35°-55° (S); Semiabrupto: 55°-75° (SA) y Abrupto: 75°-90° (A).

- **Carácter centrípeto**

Para cada una de las caras intervenidas se ha cuantificado el perímetro del núcleo que ha sido tallado. De nuevo, según la proporción entre zona tallada y zona no tallada, podemos distinguir: NC (menos de 1/8 del perímetro); C (entre 1/8 y 3/8 del perímetro); 2C (3/8 – 5/8); 3C (5/8-7/8) y 4C (todo el perímetro del núcleo).

- **Objetivo**

Se ha definido el rol que juega cada una de las superficies a lo largo de la secuencia de reducción, distinguiendo entre explotación, cuando el objetivo es obtener productos, y preparación, cuando el objetivo es generar planos de percusión.

- **Número de levantamientos**

Se ha cuantificado el número de levantamientos mayores de 20mm en cada una de las superficies intervenidas.

- **Profundidad de levantamientos**

Esta variable se define en función de la longitud relativa del negativo más profundo en relación con el córtex. Muy marginal: Proporción inferior a 1/8; Marginal: 1/8-1/3; Profundo. 1/3- 2/3; Muy profundo: 2/3 – 7/8; Total: superior a 7/8 (t).

- **Reflejados**

Esta variable define la presencia/ausencia y acumulación de reflejados que pueden dar lugar al abandono del núcleo.

- **Localización: BN2GE**

En los núcleos sobre lasca, se ha definido la localización de las extracciones en función de si se han realizado sobre la cara ventral (CV) o la cara dorsal (CD). De igual modo, siempre que ha sido posible, se ha identificado la localización de las extracciones con respecto a la orientación técnica de las lascas-soporte, distinguiendo entre proximal, mesial y distal.

- **Estructuras Volumétricas de Explotación**

Se han definido una serie de Estructuras Volumétricas de Explotación (VSE por sus siglas en inglés), de acuerdo con una serie de caracteres morfológicos anteriormente descritos, como el número y la relación de las superficies de explotación y percusión, tipo y longitud de las superficies de explotación, y polaridad tanto general, como en cada una de las caras intervenidas (Figura 3.1).

No obstante, la importancia de cada atributo en la definición de las VSE varía en función del número de superficies de explotación. De este modo, para los núcleos unifaciales, la polaridad general jerarquiza la división entre diferentes VSE, mientras que para núcleos bifaciales la relación entre las superficies de explotación y la polaridad de cada una de las caras intervenidas son los elementos más definitorios.

En el caso de la VSE H -correspondiente a los núcleos bifaciales multipolares centrípetos- se ha atendido a la variabilidad interna, de acuerdo a dos criterios técnicos planteados por Vaquero (2011, 1999, 1997): la simetría y la jerarquización de superficies (Figura 3.2). En función de estos parámetros se pueden establecer hasta cinco modalidades diferentes. Del mismo modo, una vez se han clasificado los núcleos según estos criterios, se ha atendido al carácter de predeterminación de los productos.

- ***Scar Pattern Index***

Se ha cuantificado el *Scar Pattern Index* (SPI) propuesto por Clarkson y colegas (Clarkson et al., 2006). Para ello, se han registrado en tres dimensiones los puntos iniciales y finales de todos los negativos (reflejados o no) de la superficie de cada núcleo, a través de los modelos 3D. Este registro y los cálculos subsiguientes se han realizado de forma individual en cada una de las caras del núcleo. El siguiente paso consistió en derivar un SPI general de los núcleos, a través de álgebra vectorial.

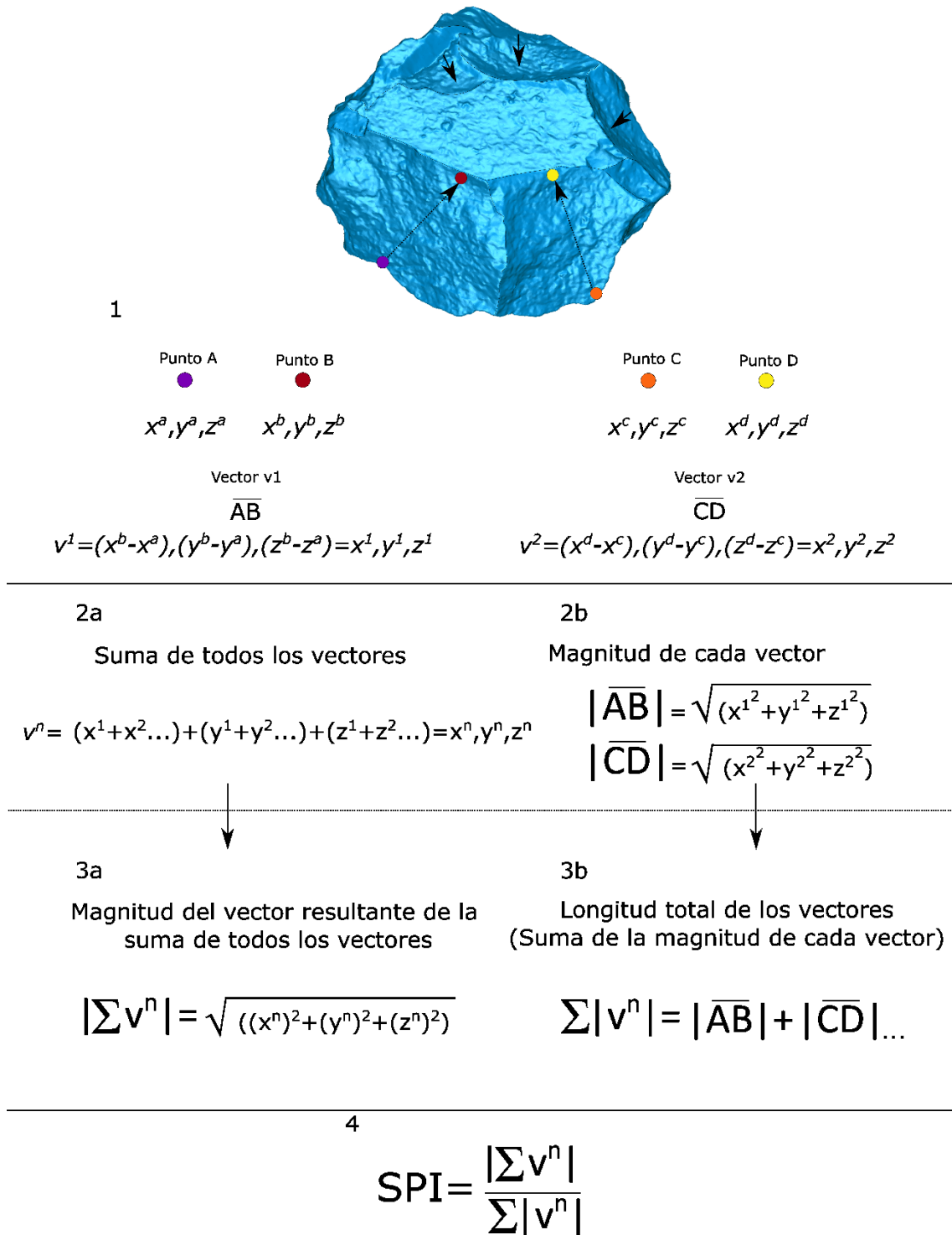


Figura 3.3. Pasos realizados para calcular el Scar Pattern Index (SPI).

De esta manera, los puntos iniciales y finales correspondientes a cada negativo representan un vector que informa tanto de la magnitud (la distancia entre el punto inicial y final), como de la dirección de cada extracción. Para convertir cada negativo en vector, es necesario simplemente restar las coordenadas del punto final a las coordenadas del punto inicial de cada

extracción (Figura 3.3, 1). Para calcular la tendencia direccional general de los levantamientos en un núcleo, se suman todas las coordenadas x , y y z de todos los levantamientos, mientras que para hallar la magnitud se obtiene a través del teorema de Pitágoras, definido como la raíz cuadrada de las coordenadas sumadas al cuadrado (Figura 3.3, 2a y 3a). La longitud total de los levantamientos es la suma de las magnitudes de todos los vectores individuales (Clarkson et al., 2006) (Figura 3.3, 2b y 3b).

Dividiendo la magnitud por la longitud total de los levantamientos (Figura 3.3, 4), se puede obtener una ratio cuyo rango varía entre 0 y 1, representando 0 un patrón de levantamientos aleatorios, en el que los levantamientos se anulan entre sí, mientras que el valor 1 indicaría un patrón en el que los levantamientos se articulan de forma paralela entre sí (Clarkson et al., 2006).

3.2.2 Análisis tecnológico de grandes configurados sobre canto (BN1GC)

Con respecto al análisis tecnológico de los grandes configurados, dado que no es el objetivo principal de la Tesis Doctoral, se ha seguido directamente con el tipo de análisis planteado por el SLA (Carbonell et al., 1992, 1983) en donde se recogen los siguientes caracteres de forma similar a los núcleos: carácter facial, carácter centripeto, carácter de oblicuidad y profundidad del retoque con respecto a la cara.

A estos atributos, es preciso añadir:

- Dirección del retoque: distinguiendo entre directo, inverso, alterno, alternante y bifacial.
- Profundidad del retoque con respecto al filo: se siguen los mismos intervalos que en la profundidad del retoque con respecto a la cara: muy marginal, marginal, profundo, muy profundo y total.

Además de estos caracteres se han incluido aquellos atributos cuantitativos ya presentados en los apartados anteriores.

3.3 Procedimientos y análisis estadísticos

3.3.1 Escaneo y reconstrucción 3D

Para desarrollar la comparativa experimental de metodologías empleadas en el estudio de reducción (apartado 4.1.1), el test experimental de la metodología propuesta (apartado 4.1.2) y su aplicación sobre material arqueológico (apartado 4.2), así como la cuantificación de ciertos atributos dimensionales y tecnológicos, era necesario generar modelos tridimensionales de las piezas experimentales y arqueológicas.

El proceso de escaneado se ha llevado a cabo en dos fases: por un lado, todo el material tanto experimental como arqueológico procedente de El Barranc de la Boella y de la sierra de Atapuerca (años 2002-2020) se ha escaneado con el equipamiento existente en el *Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social* (IPHES-CERCA), a través del escáner de luz estructurada *Breuckmann SmartScan HE5®*, con unas lentes o *field of view* de 250 mm, y el software propietario asociado Optocat (Figura 3.4).

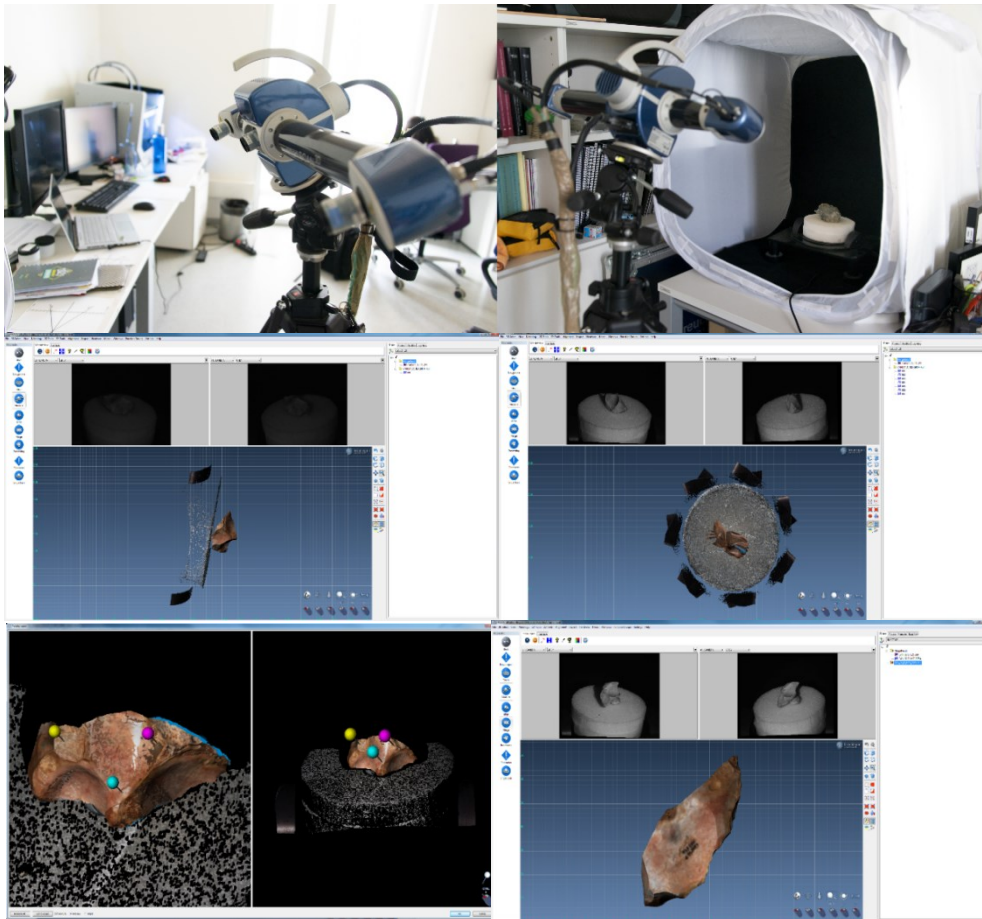


Figura 3.4. *Breuckmann SmartScan HE5®* y pasos realizados para obtener un modelo 3D a través del software Optocat (IPHES). (Fotografías: M. Guillén).

La obtención de los modelos 3D del resto de material procedente de Gran Dolina y del complejo Galería, que se encontraban depositados en el Centro Nacional para la Investigación en Evolució Humana (CENIEH) y en el Museo Provincial de Burgos, se ha realizado a través de técnicas fotogramétricas, utilizando una cámara Panasonic Lumix TZ80® y una caja de luces, siguiendo el protocolo descrito por Porter (Porter et al., 2016) (Figura 3.5).

3.3.2 *Open Data*

Esto nos ha permitido no sólo cuantificar los atributos necesarios para la realización de esta Tesis Doctoral de forma más sistemática y precisa, sino también poner a disposición del resto de la comunidad científica tanto los modelos 3D del material experimental y arqueológico, como las bases de datos con los resultados, depositados en repositorios virtuales y cuyo uso

está disponible para propuestas científicas y académicas (consultar <https://zenodo.org/record/2585423><https://zenodo.org/record/3368659>;<https://zenodo.org/record/4680626>).



Figura 3.5. Proceso de fotografiado para la realización de modelos 3D a través de técnicas fotogramétricas (IPHES). (Fotografías: M. Guillén).

3.3.3 Análisis estadístico

Los datos obtenidos, fruto de esta investigación, se han tratado siguiendo procedimientos estadísticos, en función de cada problemática:

- Datos experimentales

En primer lugar, se han llevado a cabo análisis exploratorios para evaluar la normalidad de la distribución de los datos (Shapiro-Wilk $W(p)$). Para la comparación estadística de los valores centrales se ha empleado ANOVA (p) o la U de Mann Whitney (p) y el test Kruskal-Wallis, en función del carácter paramétrico o no paramétrico de la distribución, del tamaño de la muestra de cada conjunto de datos analizado y del número de muestras a comparar (apartados 4.1 y 4.2). La comparación estadística de las distribuciones entre distintos conjuntos se ha realizado mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov (p).

Posteriormente, se han realizado análisis de correlación Pearson (r), usando los coeficientes de determinación (r^2) para evaluar la capacidad inferencial de cada proxy de reducción

analizado, ya que este test expresa la magnitud del efecto que generan los cambios en el porcentaje de masa remanente sobre los valores de cada índice (Hiscock and Tabrett, 2010).

Para evaluar la homogeneidad de estas correlaciones se ha realizado la prueba de ANOVAs, a través de la cual es posible evaluar el efecto de diferentes parámetros sobre el grado de reducción. Para ello, se han construido dos modelos, el primero considerando la interacción existente entre el parámetro a evaluar y el grado de reducción, y el segundo eliminando esta interacción. Una vez construidos estos modelos se ha contrastado la significación estadística de las diferencias entre los dos modelos mediante ANOVAs.

En el apartado 4.1.2 se ha realizado una batería de análisis estadísticos orientados a testar la precisión y la existencia de posibles sesgos en las estimaciones realizadas a través del *Volumetric Reconstruction Method*. Así, se han calculado una serie de medidas de los errores entre observaciones emparejadas que expresan el mismo fenómeno:

- Error medio o *Average Error* (AE): evalúa la existencia de posibles sesgos en las estimaciones (en forma de infra o sobreestimaciones), ya que esta prueba expresa la media de los errores (es decir, la diferencia entre cada valor estimado y cada valor real).
- Error medio absoluto o *Mean Absolute Error* (MAE): evalúa la precisión de las estimaciones, ya que mide la magnitud media de los errores en un conjunto de predicciones, sin tener en cuenta su dirección (el carácter positivo o negativo de cada error).
- Error cuadrático medio o *Root Mean Squared Error* (RMSE): esta prueba estadística es similar al MAE. Sin embargo, dado que es la raíz cuadrada de la media de las diferencias entre la predicción y la observación real al cuadrado, el RMSE da un peso relativamente alto a los errores grandes, por lo que es muy útil para identificar la existencia de errores de grandes magnitudes en las estimaciones realizadas.

Remuestreos: dado que el VRM se basa tanto en el análisis de los núcleos, como en la medición de las lascas del mismo conjunto, se han realizado remuestreos -tanto aleatorios como dirigidos- sobre los conjuntos de lascas experimentales, simulando diferentes escenarios arqueológicos, con objeto de evaluar la aplicabilidad del VRM en conjuntos arqueológicos.

- **Material arqueológico**

Con respecto a los conjuntos arqueológicos (apartado 4.2), se han llevado a cabo los mismos análisis exploratorios (Shapiro Wilk K, ANOVA, Mann Whitney, Kruskal-Wallis o Kolmogorov-Smirnov) anteriormente descritos. Dado el tamaño reducido de la muestra de

algunos conjuntos, se han realizado 10.000 permutaciones para obtener el valor de probabilidad p en cada test estadístico realizado (Hammer and Harper, 2006).

Se ha evaluado la relación entre diferentes atributos cuantitativos analizados (volumen remanente, volumen original estimado, SDI, porcentaje de superficie no cortical, SPI, etc.), mediante la prueba de correlación de Pearson (r).

Además, se han realizado distribuciones de la probabilidad Weibull (apartados, 4.2.1 y 4.2.5), generando *probability density functions* (pdf), o funciones de densidad probabilísticas, empleadas para modelizar la ratio de descarte de cada conjunto.

Todo el análisis de los datos se llevó a cabo utilizando el entorno de software R (R Core Team, 2013). Para el análisis de distribución Weibull se ha empleado la función “fistdistr” procedente del paquete R MASS (Venables and Ripley, 2002). Para las distribuciones Weibull obtenidas a través del VRM, se ha seguido el procedimiento descrito en Douglass y colegas (2018), añadiendo a cada conjunto un caso ficticio con el 100% de volumen extraído para calcular los valores de la distribución Weibull y así hacer comparables las distribuciones de los distintos conjuntos. En el estudio de la distribución Weibull a través del SDI, se ha añadido a cada conjunto analizado el valor de SDI más alto de todos los núcleos analizados. No obstante, para su representación gráfica, estos casos ficticios no han sido considerados.

Los scripts y los pasos realizados están descritos en detalle en los Materiales Suplementarios de cada uno de los artículos que se encuentran ya publicados o enviados.

4. RESULTADOS

4.1 Experimentales

4.1.1 The effects of blank size and knapping strategy on the estimation of core's reduction intensity.

Lombao, D., Cueva-Temprana, A., Rabuñal, J.R., Morales, J.I., Mosquera, M. (2019). The effects of blank size and knapping strategy on the estimation of core's reduction intensity. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, 5445-5461.

4.1.1.1 Introduction

Every process of lithic knapping is a reduction process, in which a blank with certain initial mass and volume progressively loses both properties until the moment it is discarded. Therefore, it is possible to measure this reduction in quantitative terms.

The quantification of reduction in lithic artifacts is important for the correct interpretation of the lithic assemblages. The composition of a lithic assemblage cannot be understood without considering the cultural formation processes, the use-life of the artifacts that comprise it (the amount of time that each piece was used) and the curation (the relationship between the utility used and maximum utility of each piece), since these aspects can influence the presence of and frequency with which the different artifacts appear in the archaeological record (Schiffer, 1987; Shott and Sillitoe, 2005).

Numerous researchers have studied the relationship between lithic technology, mobility and availability of raw materials in hunter-gatherer societies (Andrefsky, 1994; Blades, 2003; Morales, 2016; Schiffer, 1987). Several studies have shown the influence of variables such as use-life of the tools, mobility patterns, the type, intensity and duration of occupations, the site function, the availability and quality of raw materials as well as the transportation of materials and management of landscape in the formation, composition and distribution of the lithic assemblages (Andrefsky, 1994; Carr and Bradbury, 2011; Kuhn, 1990; Li et al., 2016; Nelson, 1991; Rolland and Dibble, 1990; Schiffer, 1987). Many of these aspects are not directly visible from the archaeological record. However, stone tools, because of their imperishability and because they are a material reflection of raw material procurement and management, offer – through reduction analysis- a way to approach these behavioral patterns from the archaeological record (Morales et al., 2015).

The effects of reduction on the final morphology of the artifacts have been studied in a variety of tool classes, such as handaxes (Ashton, 2008; Ioviță and McPherron, 2011; Shipton and Clarkson, 2015a), scrapers (Kuhn, 1990; Morales et al., 2015b; Shott, 1995; Shott and Weedman, 2007), tanged tools (Ioviță, 2011) or backed blades (Muller et al., 2018). The demonstration of the so-called Frison effect (Jelinek, 1976), which describes how the shape and use of stone tools change through retouching, is a major outcome of this research line, and argues against the excessive discretization of tool types on the basis of shape and integrating most of this variability on a continuum of reduction (Dibble, 1987; Morales, 2016). This shows that the degree, or intensity, of reduction of lithic artifacts has major implications for both the formation and typological variability of lithic assemblages.

Over the last three decades, several methodological approaches have been proposed to quantify the degree of reduction of lithic assemblages from different perspectives, either in absolute or relative terms. Among these, the most common approaches have been the study of tool reduction intensity, in the study of retouched edges (Andrefsky, 2006; Clarkson, 2002; Dibble, 1987; Eren et al., 2005; Eren and Sampson, 2009; Hiscock and Clarkson, 2009; Kuhn, 1990; Marwick, 2008a; Morales et al., 2015a; Shott, 1995; Shott and Weedman, 2007), or the estimation of the size or shape of the original flake prior to retouching from the dimensions of the percussion platform and/or the exterior platform angle (Braun et al., 2008; Clarkson and Hiscock, 2011; Dibble and Pelcin, 1995; Dogandžić et al., 2015; Lin et al., 2013; Muller and Clarkson, 2014; Pelcin, 1998; Shott et al., 2000).

The study of the reduction intensity in cores is an ideal complement to these studies of tool reduction intensity (Braun et al., 2006; Douglass et al., 2018), since it is important to consider that core reduction and tool reduction do not reflect exactly the same thing. While the study of tool reduction evaluates the level to which flakes were retouched and resharpened, used or re-used (Blades, 2008), the study of core reduction seeks to quantify the degree to which a nodule was exploited, or, in other words, the extent of flake production from a core. Therefore, although they often can provide similar information (e.g. availability and management of raw materials, mobility patterns, etc.), they also provide different levels of information because they are two different processes. For example, core reduction estimation can assess the degree to which a given raw material or a specific core reduction strategy is integrated into the technological structure, while the intensity of retouching provides information about the amount of morphological configuration and/or resharpening that the blanks obtained through core reduction have undergone, that is, their use-life (Blades, 2008).

This paper presents the results of an experimental program aimed at evaluating the influence of different flaking strategies and the original size of the nodules on the correct estimation of the amount of reduction in cores.

4.1.1.2 Background

Although core reduction is a less explored research line, according to the literature, the relationships between different variables and attributes have been investigated as potential estimators of a core's reduction extent. Among these, the most well-studied relationships are the ratio of the number of flakes to the number of cores (Dibble, 1995b; Roth and Dibble, 1998), the number of scars present in each core (Bradbury and Carr, 1999; Douglass et al., 2018; Ingbar et al., 1989; Shott, 1996), the number of rotations as reflected in the number of percussion platforms and/or exploitation surfaces (Braun et al., 2006; Douglass et al., 2018), the number of convergences of exploitation surfaces, the angular relationship between the percussion platforms and the exploitation surfaces, the dimensions or mass of flakes and cores (Key and Lycett, 2015, 2014; Prasciunas, 2007), the number of step terminations in each core, the amount of cortex remaining on flakes and cores (Dibble et al., 2005; Lin et al., 2010) and the percentage of non-cortical surface (Douglass et al., 2018; Magne, 1989; Magne and Pokotylo, 1981) or the Flaked Area Index (FAI) (Li et al., 2015).

Additionally, different technological attributes considered in the aforementioned studies have been experimentally combined, and several statistical models have been designed with the aim of inferring the intensity of core reduction in archaeological assemblages (Douglass et al., 2018). Finally, indexes of core reduction intensity have also been established, such as the Flake Scar Density (Shipton, 2011) or the Scar Density Index (SDI) (Clarkson, 2013), which consist of dividing the number of scars by the surface of the cores, either by calculating the core area (length by width) (Shipton, 2011), or by quantifying the surface using 3D models (Clarkson, 2013). The SDI is based on one premise: as the reduction of a core progresses, the surface of the core decreases and the number of scars increases.

Each core recovered from the archaeological record is the result of the combination of a given initial morphology of a nodule and certain morpho-volumetric management developed through knapping. This morpho-volumetric management can be carried out through different knapping strategies and methods, meaning that both morphological and volumetric changes in the core are produced in different ways and thus affect the parameters or technical attributes available for analysis (e.g. superposition of scars, generation and elimination of percussion platforms, etc.).

Therefore, it is possible that parameters traditionally used as indicators of the amount of reduction can be significantly influenced by the different knapping strategies carried out during the reduction of the core. This may include parameters such as the number of exploitation surfaces and percussion platforms, or the number of convergences between exploitation surfaces, which are based on the assumption that as the reduction advances, the number of core rotations increases, thereby increasing the number of exploitation surfaces and percussion platforms, and, by extension, the number of convergences between exploitation surfaces (Douglass et al., 2018). However, although in multifacial multipolar exploitation strategies (e.g. spheroids or polyhedral), the rotations or number of percussion platforms probably reflect a greater degree of reduction; in general, this factor is intrinsically related with the type of core reduction strategy, since rotations are not always necessary and don't always increase as the reduction progresses.

SDI is perhaps the most explored estimator of core reduction, and although it has been tested in experimental and archaeological assemblages (Clarkson, 2013; Clarkson et al., 2014; Ditchfield, 2016a; Groucutt et al., 2015; Li et al., 2015; Shipton and Clarkson, 2015b), it presents a series of drawbacks that must be considered. First, despite being reduced intensively, nodules with a larger original size can derive into cores with a lower density of flakes per surface area than those initiated on smaller nodules (Douglass et al., 2018). Second, smaller cores are more prone to suffer an overlapping of new scars over existing ones, causing the number of scars visible in the core to oscillate cyclically as the reduction progresses (Clarkson, 2013).

For these reasons, both the size and shape of the nodules, as well as the application of specific reduction methods and strategies, are treated in this paper as analytical variables in order to evaluate how they affect the estimation of the reduction intensity from the different methodologies proposed in the literature.

4.1.1.3 Materials & Methods

To carry out the experiment, we used 30 quartzite nodules from Olmos de Atapuerca (Burgos, Spain). The nodules were ordered by size based on their mass and surface area, and using a paired-group cluster analysis they were divided into three groups of ten nodules (small, medium and large, with a mass ranging from 230.2 g to 3968.4 g and a surface area ranging from 874.2 cm² to 15025.1 cm²). Two knapping strategies, bifacial multipolar centripetal (BMC) and unifacial unipolar (UU), were applied to five nodules from each size group, so that 15 cores were obtained with BMC reduction and another 15 with UU reduction.

These core reduction strategies were chosen because they present very different volumetric organization and management, which generate a different morpho-volumetric evolution throughout the reduction process. The BMC strategy consists of the reduction of two opposite faces of the blank, removing flakes both in alternate or alternating way following a perimetral scheme along the edge of the core, while the UU strategy is performed on a single surface, with the flake scars running unidirectionally along the thickness of the blank (see Figure 1).

These two types of core exploitation are very frequent throughout the Paleolithic, both temporally and geographically, having been documented from the first Mode 1 industries until the Holocene (Davis et al., 2012; de la Torre, 2011; García-Medrano et al., 2015; Ollé et al., 2016a; Stout et al., 2010).

To perform the experiment, a sequential protocol was followed. All the initial nodules were measured, weighed, and 3D scanned before the beginning of the experiment so that the initial parameters of mass, surface area and volume were available. During the experiment, each knapping sequence was interrupted every two flake removals (longer than 20 mm.) for measurement, weighing and the realization of new 3D models of each core.

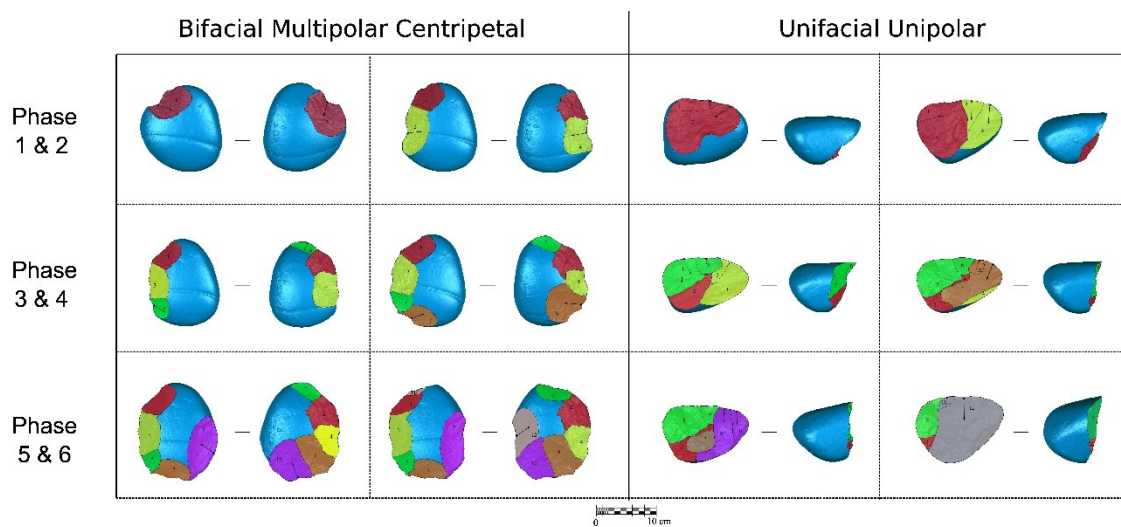


Figure 1. Sequential reduction of both types of cores.

Due to differences in the size of the nodules, six phases of two flake removals were made for the small cobbles group, resulting in twelve flake removals per core. For the medium and large groups ten phases were made, resulting in twenty flake removals for each core. In this way, starting from 30 initial nodules, 260 cores were obtained at different reduction moments (130 BMC and 130 UU) and a total of 520 flakes. All of them were knapped through free-hand hard hammer percussion by one of the authors, J.R.R., using different quartzite hammers.

The three-dimensional models were obtained through the Breuckmann SmartSCAN3D-HE Scanner with a 250 mm field of view (Breuckmann Optocat 2012 R2-2206 software). From

the 3D models, the maximum dimensions (mm), the surface area (mm²) and the volume (mm³) of each object were calculated using Meshlab software. The 260 3D models were treated to repair the meshes in order to maintain the original shape of the cores. All 3D models resulting from this experiment are available for scientific or educational purposes at <http://doi.org/10.5281/zenodo.2585423> (Lombao and Rabuñal, 2019).

Regarding the parameters analyzed, we have selected those used by various authors in previous studies:

- Mass. The result of any lithic knapping process is a continuous decrease in size and mass. Some studies have quantified the mass of flakes and cores with the objective of testing this variable as a reduction estimator (Marks et al., 1991; Marwick, 2008a). Each core was weighed (in grams) at the end of each phase with the aim of analyzing whether mass is a variable with inferential capacity for the reduction intensity estimation.

- Number of scars. Numerous studies suggest that there is a relationship between the number of scars present in the cores and the intensity of the reduction (Bradbury and Carr, 1999; Douglass et al., 2018; Ingbar et al., 1989; Shott, 1996; Stout et al., 2010) since the more reduced a core is, the more flakes have been removed. Therefore, it is assumed that at a greater intensity of reduction a greater number of scars should be present on the core. Related to this, we have differentiated between two variables: first, the number of real flake removals, those that occurred from the beginning of the reduction until the moment of control after each knapping phase, and second, visible scars that remained on the surface of the cores, to check how the overlapping of scars affects the estimation of the reduction. To count the visible scars in each series more precisely, counting was done by refitting the flakes onto the cores.

The SDI (Clarkson, 2013) consists of the relationship between the number of scars and the surface of the core, following the assumption that, as the reduction increases, there is an increase in the number of flake removals and a decrease in the core surface. Therefore, high SDI values correspond to high degree of reduction and vice versa. With the aim of evaluating the operation of this method under ideal and real conditions, we calculated two variants of the SDI: the "Real" Scar Density Index (RSDI), which accounts for the total real flake removals and the "Visible" Scar Density Index (VSDI), which exclusively counts the visible scars (longer than 10 mm) on the surface of the cores after each reduction phase. In this way, the effect of scar overlapping on the quantification of the reduction degree can be tested.

The percentage of non-cortical surface, or FAI, (Li et al., 2015), was obtained by dividing the non-cortical surface area by the total surface area of each core. It is based on the premise that as the reduction progresses, the flake removals will progressively remove more of the cortex.

The quantification of cortical and non-cortical surfaces has been done through 3D models, since it allows them to be measured with greater precision (Lin et al., 2010).

Regarding statistical procedures, we first carried out exploratory analyses by applying the Shapiro-Wilk $W(p)$ normality test to establish the distribution of the data. We applied Mann-Whitney U tests to determine if there were statistically significant differences in the medians and Kolmogorov-Smirnov (K-S) tests to compare the distribution of the values obtained through the different parameters analyzed for each type of core reduction strategy and the size of the original blank.

We then applied correlation tests to both types of core reduction strategies together and separately in order to evaluate the relationship between the increase in values obtained by each method and the decrease in the remaining mass as the reduction progressed. Following previous studies (Clarkson, 2013; Hiscock and Clarkson, 2009), we used the coefficients of determination (r^2) to evaluate the strength of the inferential capability of these correlations, since this statistical test expresses the magnitude of the effect of the change that occurs in the percentage of remaining mass on the value of each index (Hiscock and Tabrett, 2010).

To check the incidence of the size of the original blank on the different parameters obtained, we carried out ANCOVAs. The regression lines were compared when studying the interaction of the size of the blanks with the percentage of remaining mass. To do this, we created two models, the first considered the existing interaction between the original size of the blanks and the percentage of remaining mass, and the second, eliminated this interaction. Then we carried out an ANOVA comparing both models to test if the suppression of the size interaction significantly affected the model. All statistical procedures were carried out in R (R Core Team, 2015).

4.1.1.4 Results

Once the reduction phases were completed, BMC and UU cores were reduced in a similar way (Table 1). Percentages of extracted mass varied between 1.81% in the first phase of reduction and 92.13% in the final phase for the UU cores and between 4.43% and 86.96% for the BMC cores. Both cases followed a non-parametric distribution (Shapiro-Wilk $(p) < 0.05$). Neither set presents statistically significant differences in the level of reduction between the two strategies, either in the mean values (M-W $(p) = 0.08$), or in the distribution of the values (K-S $(p) = 0.15$). Figure 2 illustrates the evolution of the reduction after each phase for each type of exploitation.

Mass:

By relating the values of the final weight of each core along the sequence with the percentage of their remaining mass, we obtained a coefficient of determination of $r^2 = 0.22$ in the BMC cores, and $r^2 = 0.42$ for UU cores. When both reduction strategies under the same regression were combined, an intermediate r^2 was obtained ($r^2 = 0.32$).

CORE REDUCTION STRATEGY	BIFACIAL MULTIPOLAR CENTRIPETAL			UNIFACIAL UNIPOLAR		
	LARGE	MEDIUM	SMALL	LARGE	MEDIUM	SMALL
BLANK SIZE						
NUMBER OF SAMPLES	50	50	30	50	50	30
PERCENTAGE OF EXTRACTED MASS (MEAN)	53.35	43.83	42.21	51.13	56.56	45.32
PERCENTAGE OF EXTRACTED MASS (MIN)	4.62	4.43	13.01	1.81	2.45	7.22
PERCENTAGE OF EXTRACTED MASS (MAX)	84.80	86.96	75.28	84.80	92.13	73.73
S.D.	21.86	23.92	19.34	25.34	27.19	19.70
COEFF. VAR.	40.98	54.58	45.81	49.56	48.07	43.46

Table 1. Results of each reduction strategy group according to original blank size

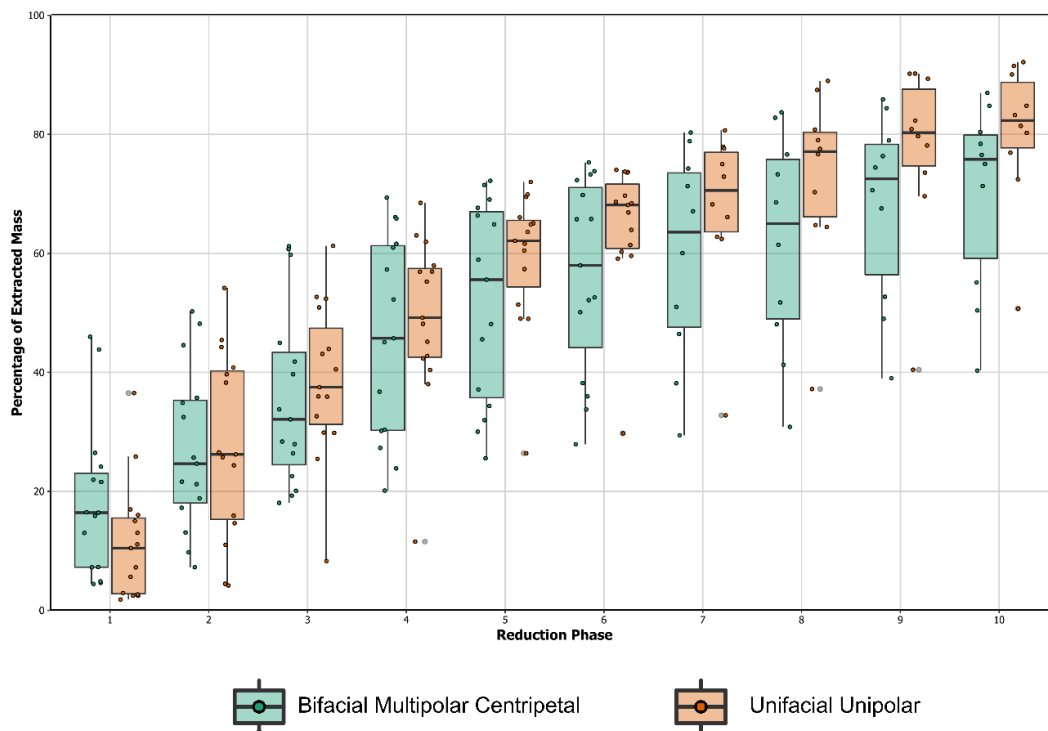


Figure 2. Box and Jitter plots of percentage of extracted mass for each reduction phase in the two reduction strategies.

Number of flake removals and flake scars:

Concerning the real number of flakes removals and visible scars on the cores, two different aspects were analyzed. First, we examined the correlation between the number of real removals

and visible scars on each core with the percentage of remaining mass, in order to observe the inferential potential of these variables on the amount of reduction. Second, we assessed the correlation between the number of flakes produced and the number of visible scars, since, although it is logical to expect that as the reduction progresses the number of scars on the core will increase, new removals can overlap previous scars, affecting the number of visible scars on the surface of the cores.

Regarding the first question, the relationship between the number of real flake removals per core and the percentage of remaining mass resulted in $r^2 = 0.69$ for UU cores and $r^2 = 0.50$ for BMC cores. These values are remarkably higher than those obtained by analyzing the number of visible scars, where the results are $r^2 = 0.40$ for UU cores and $r^2 = 0.48$ for BMC cores. Moreover, while the correlation level is maintained when combining both core reduction strategies in the same analysis for the real flake removals per core ($r^2 = 0.59$), this coefficient drops considerably when analyzing the number of visible scars ($r^2 = 0.21$), which indicates a different performance of these variables as the reduction progresses.

When comparing the relationship between the number of flake removals per core and the percentage of mass remaining according to the size of the initial blanks, for the BMC cores we obtained very similar values for the large and medium blanks ($r^2 = 0.58$ and $r^2 = 0.54$ respectively), and a slightly lower value in the case of small nodules ($r^2 = 0.39$). For the UU cores, those made on medium and small size formats have very high coefficients of determination ($r^2 = 0.84$ for both sizes) compared to large formats ($r^2 = 0.55$).

Concerning the relationship between the number of visible scars and the percentage of remaining mass, for BMC cores, the values of coefficient of determination are lower than 0.5, except for the medium-size blanks ($r^2 = 0.56$). In the case of UU cores, small blanks have a lower coefficient of determination ($r^2 = 0.29$) compared to medium and large blanks ($r^2 = 0.47$ and $r^2 = 0.37$).

Regarding the latter, the scars' overlapping affects differently depending on the reduction strategy (see Figure 3). On BMC cores there is a strong correlation between visible scars and real flake removals ($r^2 = 0.94$), which indicates a low level of information loss as the reduction progresses. In the case of UU cores this does not happen, since in the most advanced phases the new removals eliminate the previous scars resulting in a significantly lower value ($r^2 = 0.58$).

In addition, the size of the original blanks influences the scars' overlapping according to the type of core reduction strategy. On the BMC cores, this effect is not significant for the three size groups, while on the UU cores the coefficients of determination are notably lower,

especially in small-format cores (small blanks $r^2 = 0.40$; medium blanks $r^2 = 0.55$; large blanks $r^2 = 0.60$).

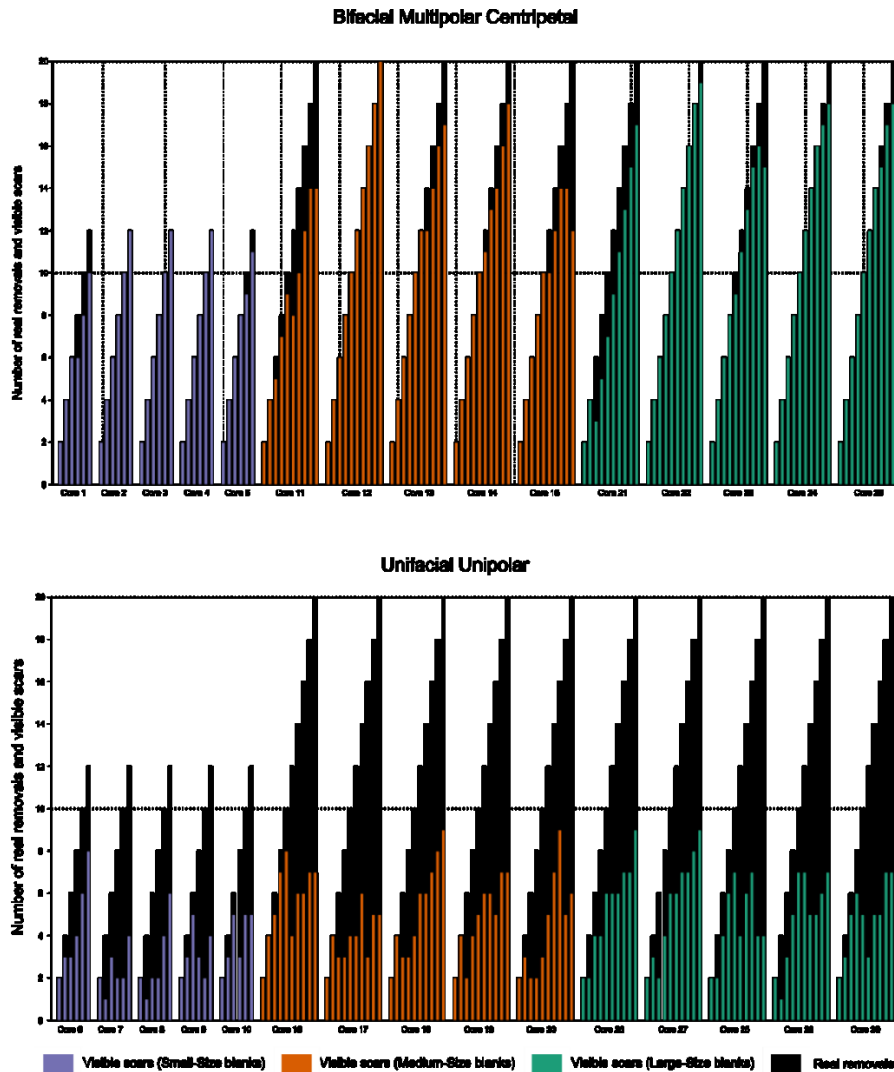


Figure 3. Relation between number of real flake removals and number of visible scars on core for each core and phase. Upper) BMC cores; Lower) UU cores.

Scar Density Index

Once we verified that there is a different process of information loss in relation to each reduction strategy, it would be expected that other parameters depending on the scar visibility, such as the Scar Density Index (SDI), are influenced by this overlapping effect of scars too.

The values of the SDI and the percentage of the remaining mass were converted to a logarithmic scale of base 10 to obtain linear correlations (Clarkson, 2013). In this way, the RSDI of both core reduction strategies combined in the same linear regression provided a correlation of $r^2 = 0.60$. However, we found differences within each strategy, since for BMC cores the value is $r^2 = 0.47$, and for the UU it is $r^2 = 0.69$.

As far as the influence of the size on the RSDI is concerned, similar values of the coefficient of determination were obtained for the BMC cores in all blank sizes (small $r^2 = 0.60$, medium $r^2 = 0.63$ and large $r^2 = 0.65$). In the case of UU we obtained different values according to blank size (small $r^2 = 0.85$, medium $r^2 = 0.83$ and large $r^2 = 0.68$).

Using an ANCOVA, we compared these three regression lines for each reduction strategy by testing the effect of the size of the original blank on the RSDI, while controlling the effect of the percentage of remaining mass. We compared regression lines to assess the interaction between the size of the blanks and the percentage of remaining mass and there appears to be an interaction between the two factors when the effect of one of them on the dependent variable is not the same at every level of the other factor.

For the BMC cores, the results of the first model show a significant effect on the size and percentage of remaining mass ($p = 0.00$), but the interaction between both is not significant ($p = 0.60$). In the second model, the size did significantly affect the real SDI ($p = 0.00$). The ANOVA comparing both models indicated that the suppression of the size variable did not significantly affect the model ($p = 0.60$). In this case, the slopes of the correlations behave similarly in the three size nodules, though they have different intercepts with respect to the y-axis (RSDI). The group of small blanks presents the largest intercept, while the large blanks have the lowest intercept (See Figure 4). That means that, given the same moment of reduction (x-axis) the RSDI is higher in the cores made on small blanks and lower in the cores made on larger blanks.

In the case of UU, the results of the first model show a significant effect of size and percentage of remaining mass ($p = 0.00$), as well as in the interaction between both ($p = 0.02$). In model two, size significantly affected the dependent variable (in this case, RSDI) ($p = 0.00$), indicating differences in the intercepts of the regressions of the different sizes.

The result of the ANOVA ($p = 0.02$) shows that the interaction between both variables significantly affects the model. The different sizes have different slopes and, in addition, present different values in the intercepts. In this way, we observe a steeper slope in the case of small-sized cores; that is, as the reduction progresses, the RSDI grows to a greater extent than in the other two blank sizes. (See Figure 4).

When the VSDI was analyzed, similar values for both methods were obtained, $r^2 = 0.45$ in the BMC cores and $r^2 = 0.57$ in the UU cores. However, when the two core reduction strategies were combined the correlation of the visible VSDI has a lower coefficient ($r^2 = 0.41$) (see Figure 5).

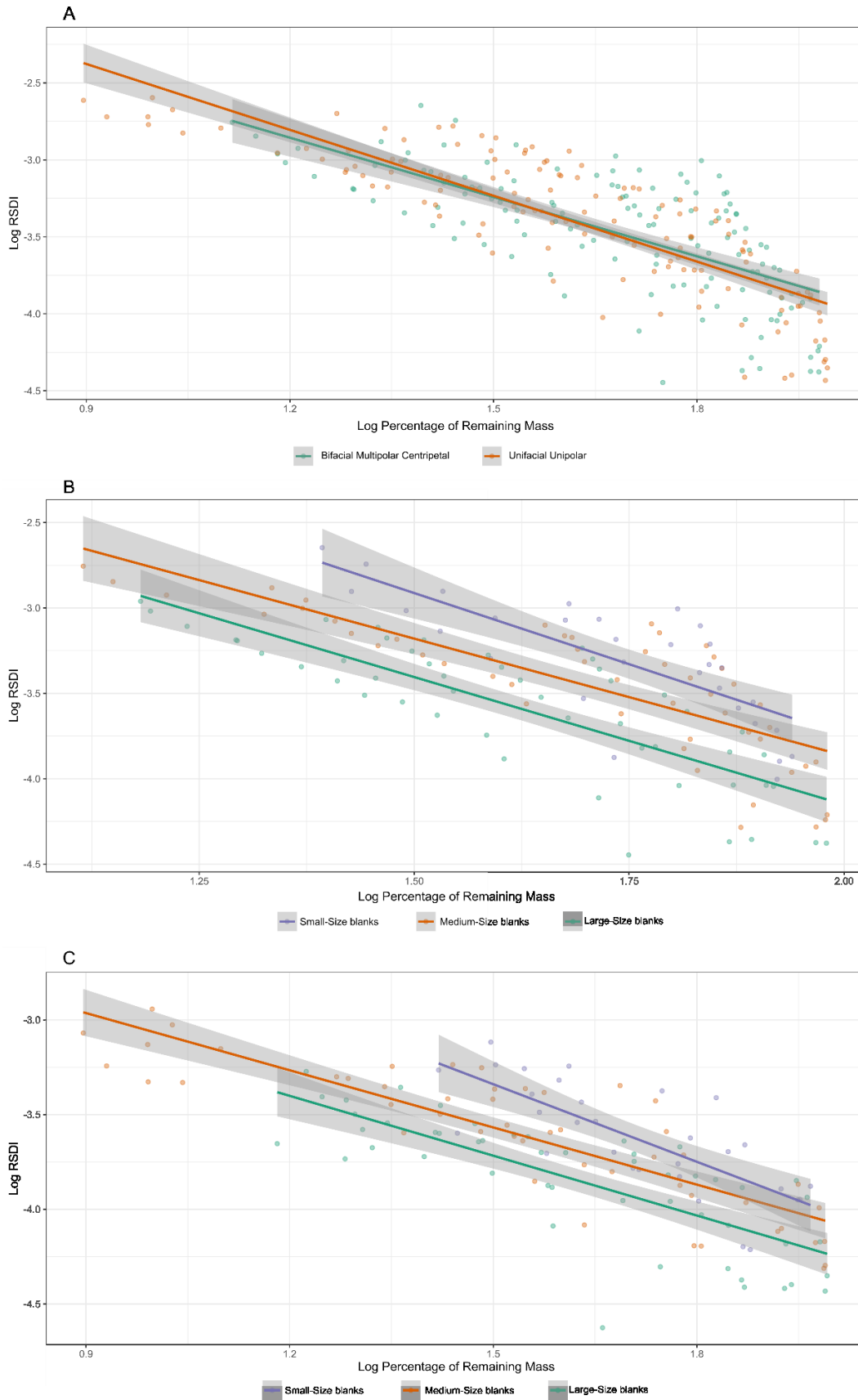


Figure 4. Scatter plot showing the relation between Log real SDI and Log percentage of remaining mass from the core for each of the two core types (A), for the three groups of original blank size in BMC cores (B), and for the three groups of original blank size in UU cores (C).

The results of the Mann-Whitney and Kolmogorov-Smirnov tests indicate that for the RSDI there were not statistically significant differences either in the mean values (M-W (p) = 0.11) or in the distribution of the values (K-S (p) = 0.15) between strategies. However, there are statistically significant differences on the VSDI between core reduction strategies, both in the mean values (M-W (p) = 0.00) and in the distribution of those values (K-S (p) = 0.00). This means that the differential effect of the overlapping of the scars according to the type of core reduction strategy affects the performance of this index, resulting in statistically significant differences among assemblages whose reduction is statistically similar.

Regarding the relationship between VSDI and the percentage of remaining mass according to the size of the original blanks, the values of the coefficient of determination for the BMC and UU cores are similar to each other. (See Supplementary Material. Table S2).

The ANCOVA for the VSDI of the BMC cores provided the same results as the RSDI. In the first model there was a not significant interaction between the size and the percentage of remaining mass (p = 0.58), and in the second model, size did significantly affect the visible SDI (p = 0.00). ANOVA results indicate that the suppression of the size interaction did not significantly affect the model (p = 0.58).

In the case of the VSDI in the UU, the same occurred: suppressing the interaction between the size and percentage of the remaining mass does not affect the performance of the model (ANOVA (p) = 0.37), therefore, the slopes are similar in the three groups of blank sizes.

However, despite not finding statistically significant differences in the slopes of the correlations as a function of the size, we did find differences in the intercepts. At the same reduction stage for both strategies, the cores made on small blanks had higher VSDI values than those made on larger ones.

Percentage of non-cortical surface

Regarding the percentage of non-cortical surface, or FAI, our results show a high correlation between the percentage of non-cortical surface and the percentage of remaining mass, both for the BMC cores (r^2 = 0.85); as for the UU cores (r^2 = 0.83). However, this correlation dropped considerably when both methods were combined in the same linear model (r^2 = 0.43) (see Figures 6 and 7).

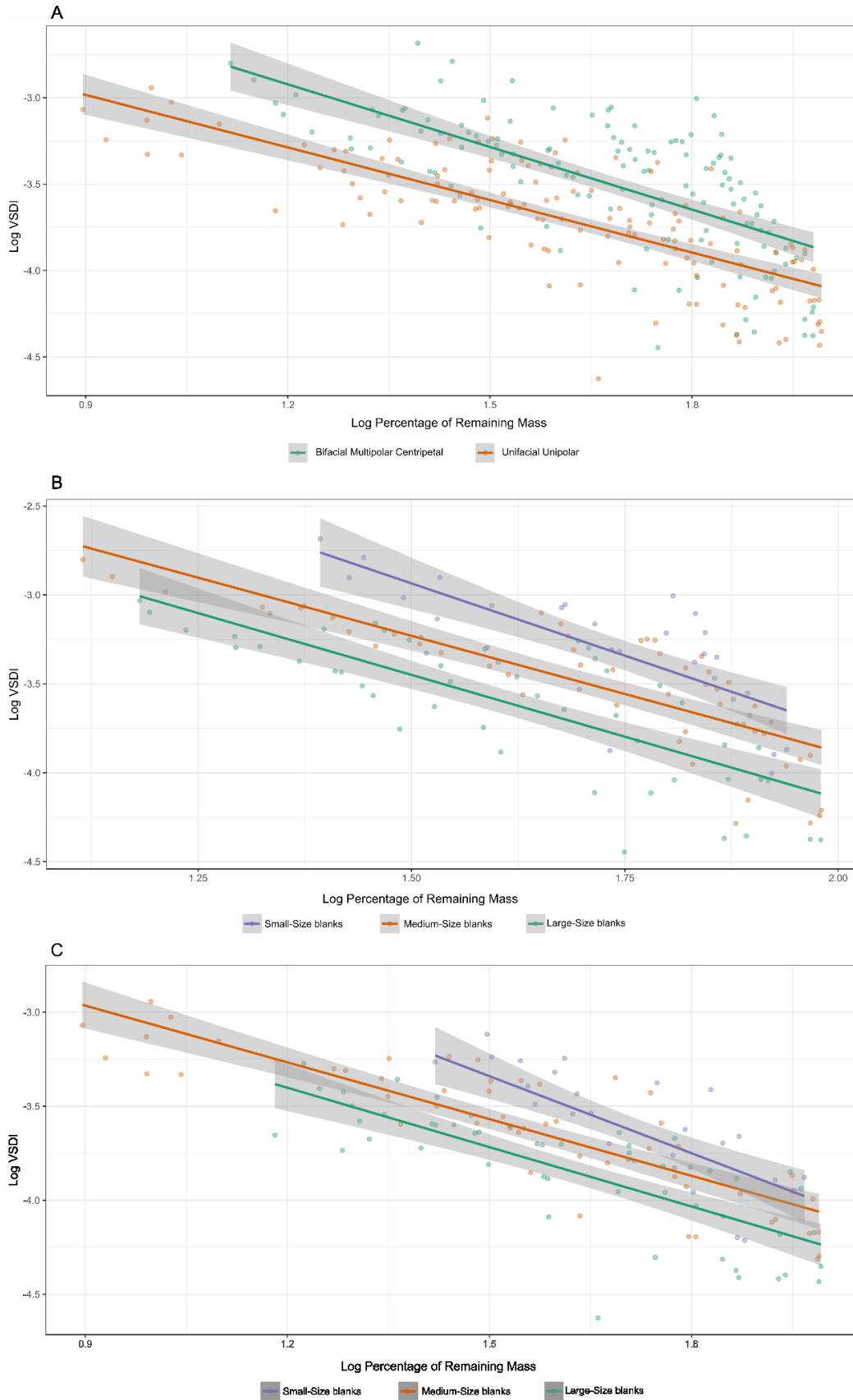


Figure 5. Scatter plot showing the relation between Log visible SDI and Log percentage of remaining mass from the core for each of the two core types (A), for the three groups of original blank size in BMC cores (B), and for the three groups of original blank size in UU cores (C).

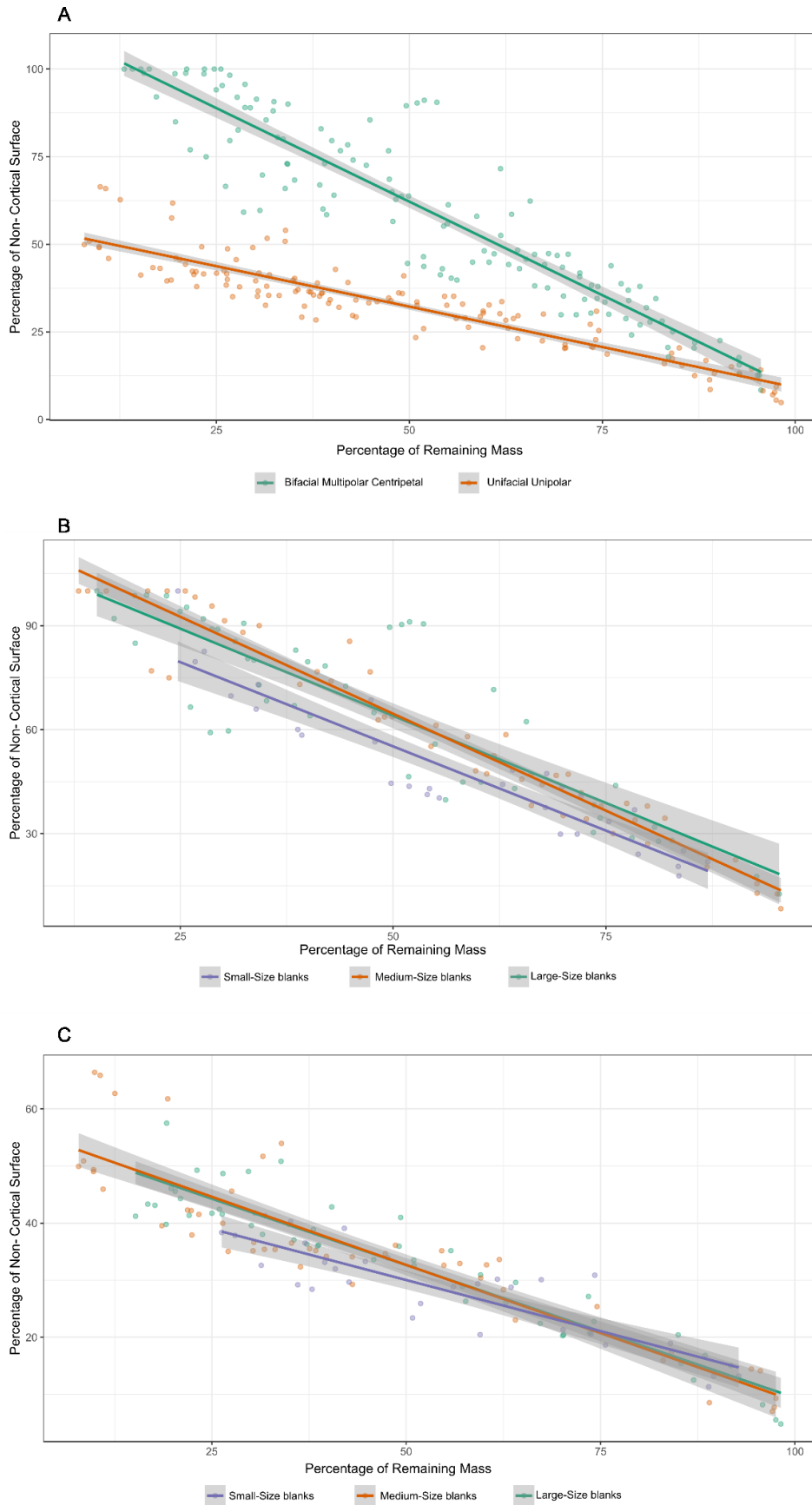


Figure 6. Scatter plot showing the relation between percentage of non-cortical surface and percentage of remaining mass from the core for each of the two core types (A), for the three groups of original blank size in BMC cores (B), and for the three groups of original blank size in UU cores (C).

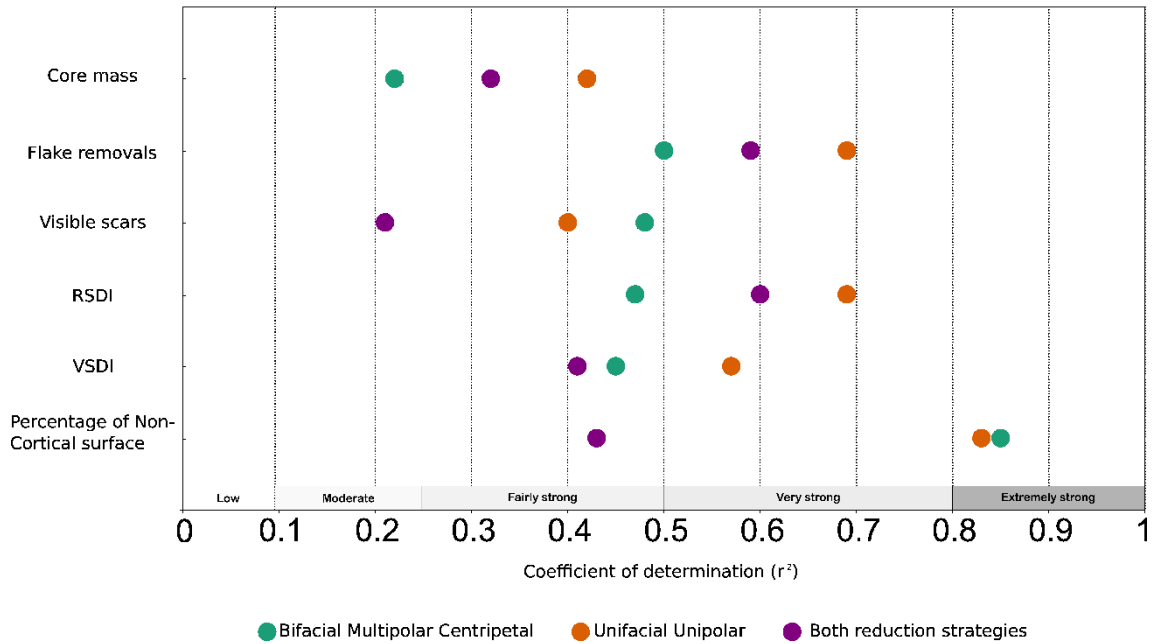


Figure 7. Scatter plot showing the Coefficient of determination results (r^2) between different variables and percentage of mass remaining from the core. The gray scale indicates the power of inference according to Hiscock and Tabrett (2010).

From the percentage of non-cortical surface, we obtain statistically significant differences both in the medians (M-W (p) = 0.00) and in the distribution of the values (K-S (p) = 0.00) between the two reduction strategies (Figure 8). Therefore, two sets (each from a different reduction strategy) with a similar percentage of remaining mass, produce statistically significant differences in both the medians and the distribution of the values. This indicates a different performance of the index throughout the reduction process depending on the type of core reduction strategy.

As in the real and visible SDI, an ANCOVA was used to compare the three regression lines, testing the effect of the original size on the percentage of non-cortical surface while controlling for the effect of the percentage of remaining mass. The first model demonstrated a significant effect on the size and percentage of remaining mass in BMC cores (p = 0.00) but not in UU cores (p = 0.11). The interaction between size and percentage of remaining mass was not significant (BMC (p = 0.26); UU (p = 0.09)). In the second model, size did not significantly affect the percentage of non-cortical surface on UU cores (p = 0.11) but it did on the BMC cores (p = 0.00). The ANOVA comparing both models indicated that the suppression of size did not affect the model, either for BMC (p = 0.26), or for UU (p = 0.09).

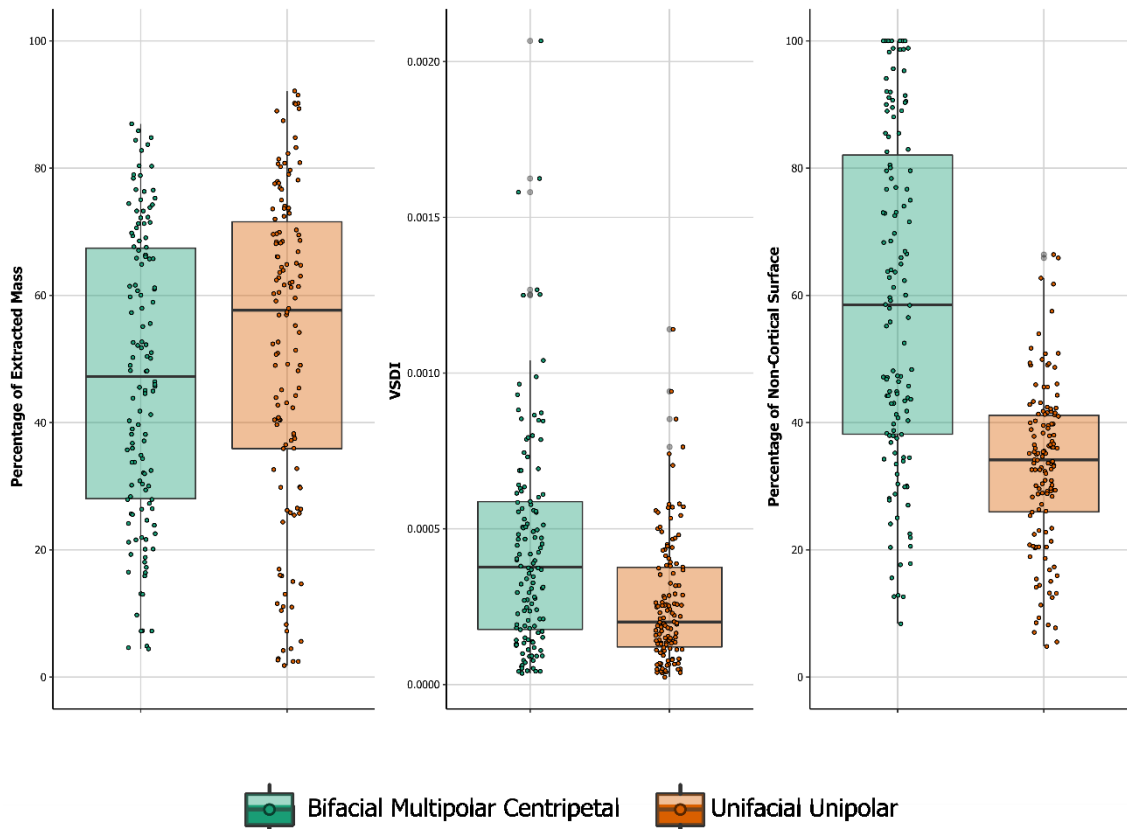


Figure 8. Box and Jitter plot of percentage of remaining mass for core for both core types (left); Visible SDI (middle) and percentage of non-cortical surface (right).

4.1.1.5 Discussion & Conclusion

Since different reduction indexes have been developed, there is a debate about the universality of its application (Hiscock and Tabrett, 2010). Some authors have argued the need for a generalist index that could be applied on different products and tools (i.e. on different types of retouched tools) (Dibble, 1995c). In contrast, other authors (Andrefsky, 2006, 2009; Clarkson, 2002; Eren and Prendergast, 2008) argue that a generic index to estimate the intensity of reduction on different retouched artifacts is not possible or adequate, and that each specific type of retouched tool requires specific analyses adapted to its characteristics.

In the case of cores, this debate has gone unnoticed at a theoretical level, and on a practical level research has tended to look for a generalist index that can be applied to all types of core reduction strategies, without considering the specific characteristics of each one. Our results raise certain questions about the proposed methods to estimate a core's reduction intensity, by demonstrating the influence of different reduction strategies and the original size of the nodule on their reliability and accuracy.

First, for both the number of visible scars and the SDI, we were able to verify their appropriate performance in ideal conditions, which is an expression of the rationale behind these approaches. However, our results also allowed us to measure the loss of information due to the advancement in the reduction, through the difference between the actual flake removals and the visible scars. In other words, we can quantify the difference between ideal functioning (RSDI) and functioning in what is the visible archaeologically (VS DI). We acknowledge that measuring differences between them in an archaeological context is extremely difficult without complementary information from extensive refitting sequences. This study allowed us to identify this degree of measurement error at the experimental level, but it is important to note the necessity of considering the characteristics of the archaeological assemblage before applying the SDI to the entire assemblage. In case of application, it is necessary to be aware of this source of error for specific knapping methods, such as the reduction underestimation in unifacial ones.

In relation to the number of scars, as the reduction progresses an overlapping effect is produced whereby the new detachments remove the scars of previous extractions from the core surface. This process occurs at a different pace in bifacial multipolar centripetal and unifacial unipolar strategies, with the latter being affected more, especially in cases where the exploitation is concentrated on a specific area of the blank. The size of the blanks does not influence the scars' overlapping effect on both reduction strategies in the same way, since 1) in the unifacial unipolar strategy there is a greater superposition of scars in the smaller blanks, possibly due to the fact that in large-sized cores, shorter and/or hinged flakes that are not as deep in the exploitation surface as in previous generations can be more frequent; and 2) in the bifacial multipolar centripetal strategy the size does not affect the probability that more or fewer scar overlaps occur.

In the case of the non-cortical surface, something similar happens, as it has a very high coefficient of determination when each core reduction strategy is analyzed independently. However, this value decreases considerably if applied to different core reduction strategies together. This is because cortical surface is removed at a different rate depending on the reduction strategy. In this way, in the unifacial unipolar cores, the elimination of the entire cortical surface will never occur. On the other hand, the removal of the cortical surface tends to occur very quickly, in bifacial multipolar centripetal reduction strategy.

This also has implications for other parameters, such as the amount of cortical surface or the number of scars present on the dorsal surface of the flakes, which have been used as indicators of reduction on assemblages from a general perspective (Cowan, 1999; Marwick, 2008a;

Odell, 1989). In this way, it has been interpreted that, the more intense the reduction is, the higher the proportion of non-cortical flakes in an assemblage (Dibble et al., 2005), since the flakes with a high percentage of cortex come from the early stages of nodule reduction; and that, the dorsal surfaces will present more scars as reduction advances. It is true that core morphology seems to have less influence than other parameters (such as exterior platform angle and platform depth) on the size and shape of the obtained flakes (Rezek et al., 2011). However, as we have seen, the differential effect of the scars' overlapping according to the core reduction strategy can influence the dorsal cortical surface and the number of scars present on the dorsal surface of the flakes, thereby producing flakes without cortical surface or with several scars on their dorsal surfaces from very early moments of the reduction and vice versa.

Some of these parameters (e.g. percentage of non-cortical surface, SDI) allow diachronic and synchronic comparisons of the intensities of reduction on the same type of reduction strategies. However, our results suggest that it is not adequate/accurate to compare the reduction intensity on different core reduction strategies. In doing so, one runs the risk of underestimating the results of those exploitation strategies that affect a sector of the core in a more recurrent way (i.e. Quina core reduction strategy), with respect to those that present a greater perimetric development along the edge of the core (e.g. discoid core reduction strategy).

Other variables that have been used as an indicator of reduction are the number of exploitation surfaces and the number of convergences between exploitation surfaces (Douglass et al., 2018). However, these do not seem to be parameters that work regardless of the type of reduction strategy, since as the reduction progresses, the number of exploitation surfaces does not always increase. In our experiment, we have discarded this variable since we have dealt with two specific types of core reduction strategies.

The number of removals made on each core -that is, the ratio of flakes per core-, is a variable with a relatively high coefficient of determination independent of the type of reduction strategy. However, it is an index that can only be treated at an overall level, since it is not easy to relate flakes and reduction strategies, especially for flakes from the early stages of reduction, without the refitting of technical sequences. Although it can be a useful proxy and would allow comparisons between different raw materials, for example, it does not allow for the study of internal differences that may exist in the intensity of reduction between strategies and knapping methods within the same archaeological assemblage. Moreover, it is necessary to bear in mind questions like the integrity of the assemblage or, economic behaviors like blank transport or spatial variation on discard patterns that could significantly affect the count of flakes on an archaeological assemblage.

Conversely, the mass of the discarded core has a very low coefficient of determination, since the size of the original blanks in this experiment is highly variable and, therefore, smaller cores are not always the most reduced ones. Therefore, the final mass of the cores does not seem to be a very reliable proxy when estimating the reduction on cores if the original blanks used are not well known.

Furthermore, the size of the original blanks affects not only the final mass of the cores, but also other variables. This is the case of the Scar Density Index, which, as Ditchfield (2016) pointed out, grows to a greater extent with respect to an increase in reduction in the small-sized cores than in the larger ones. However, in that experiment, reduction stages were used instead of the percentage of remaining or extracted mass. The use of reduction stages is problematic, since they do not represent a real entity (Bradbury and Carr, 1999; Shott, 2017; Shott et al., 2011) and, therefore, within a single stage there can be a great deal of internal variability with respect to the percentage of mass extracted from the core. In addition, the values obtained through the reduction estimation methods are aimed at estimating the amount of mass removed, and not the sequence of morphological changes (Hiscock and Tabrett, 2010). Therefore, when evaluating the inferential capacity of the reduction estimation methods through experimental studies, it is more appropriate to directly use the percentage of remaining mass as an objective and real reduction reference.

Shipton and Clarkson (2015a) verified how the SDI evolves differently in the reduction of handaxes, depending on the type of blank on which they are made. This difference has been attributed to the extraction of fewer (and larger) flakes on the handaxes made on cobbles or nodules, and of more (and smaller) flakes on the handaxes made on flakes. The results of our experiment suggest that, at the same moment of reduction, the value of the SDI is higher on the cores made on smaller blanks. Although SDI works proportionally in all sizes as the reduction progresses, it varies based on the original size and morphology, resulting in an overestimation of the reduction on the smaller cores with respect to the larger ones.

At the archaeological level, it is not difficult to think of scenarios in which these problems can affect the results obtained. For example, in a case where there are cores-on-flakes and cores on cobbles or nodules, with great heterogeneity in the size of the blanks, we would obtain lower values of reduction for the cores on cobbles or nodules with respect to those on flake; within cobbles or nodules, the reduction of the larger ones may be underestimated with respect to those smaller in size.

Taking this into consideration, we think that it is necessary to consider a series of aspects in order to more accurately analyze the intensity of reduction on cores:

- Faciality of exploitation: the less surface of a blank is exploited, the more likely it is that exploitation is more recurrent, so -although it is not strictly necessary- one would expect a unifacial core to tend to be more susceptible to the overlapping of scars and to lose cortical surface at a lower rate than a bifacial or multifacial core.
- Perimetric development of the reduction: the less the perimeter of a blank is exploited, the more likely it is that 1) the scars will overlap as the reduction progresses, and 2) the less cortical surface will be eliminated. Conversely, in reduction strategies with a wider perimetric development, 1) the elimination of previous scars by the removal of new flakes will be less common (or will happen at a later stage of the reduction), and 2) the removal of cortical surface will be more extensive.
- The size of the original blank: it would be necessary to look for parameters that work in a similar way for different sizes of the original blanks, or at least to take into account the size of the blanks when performing reduction intensity analyses, especially in those cases in which the methods/proxies depend directly or partially on the dimensions of the cores (such as the Scar Density Index, through the surface). Therefore, the size can markedly affect the reliability of the estimations.

The methods/proxies proposed in the literature are useful and informative as long as these aforementioned aspects are adequately contextualized (types and formats of raw material blanks, types of reduction strategies, degree of recurrence in the exploitation sequence, etc.). The main concern of not finding one or more parameters that respond adequately to the intensity of reduction on different reduction strategies, but the difficulty to make comparisons without falling into the over- or underestimation of some specific types of cores and thus leading to a misinterpretation of the degree of reduction in an archaeological assemblage.

Using different methods to cross-check the data obtained, as suggested by Dibble (1995), would be a meticulous strategy that would provide accuracy and reliability to the inferences drawn. Adapting the reduction analysis according to the specific characteristics of the reduction strategies (by applying the most suitable method to each reduction strategy) can be another good option to statistically compare the degree of reduction in the same reduction strategies among different archaeological assemblages. However, studying each type of core reduction based on specific parameters and different from one another precludes direct statistical comparison between reduction strategies, given that each method establishes independent scales. Therefore, although inter-assemblage reduction intensity could be statistically compared when dealing with similar reduction strategies, comparisons between different ones in the same assemblage should be limited to the qualitative sphere at the

moment, by contrasting the specific inferences of each method for the reduction intensity of every type of core reduction strategy.

The fact that there is currently no method of "universal" application to infer the intensity of reduction on cores, regardless of the types of reduction strategies and the initial size of the blanks, does not mean that these kinds of studies should be abandoned. New methods for the study of the reduction intensity on different types of production strategies aiming to minimize the over or underrepresentation of the results obtained should be explored.

Besides, these new approaches should aim to establish a common measurement unit, in order to allow statistical comparisons between the specific reduction analyses. In this way, measuring reduction intensity as percentage of remaining/extracted mass should be the goal for many reasons. First, because being a real and tangible measurement, on a 0 to 100 scale, and not the product of an index with no established scale limits, it allows to study the reduction intensity of a single assemblage without any comparative sample. Moreover, the intra- and inter-assemblage comparisons would be more accurate, allowing the qualitative assessment of the quantitative results.

With this in mind, two topics appear as future research lines: 1) the characterization of the size or format of the initial blanks, or at least the exploration of tools that allow the estimation of the reduction while preventing distortions created by the size factor; and 2) the development of a way to study the recurrent exploitations, in which greater reduction implies greater loss of information and therefore more difficult to reliably estimate reduction intensity. At the technological level, there are other examples in which the loss of information seems irreparable. This is the case in retouched tools, such as endscrapers (Eren et al., 2005; Kuhn, 1990; Morales et al., 2013), in which the distal edge is retouched in a similar way to how an uniface unipolar core is exploited, and for which there are numerous methodological proposals for the quantification of the extracted mass. We have verified with our results that there is currently no method or parameter completely independent of the size and core reduction strategies by which to study the degree of reduction in a complete assemblage of cores. However, we propose some ideas to mitigate those concerns, and encourage researchers to continue exploring new indexes and parameters that could work on different types of reduction strategies and blanks, and to continue improving the current ones.

4.1.1.6 References

Andrefsky, W., 2009. The analysis of stone tool procurement, production, and maintenance. *J. Archaeol. Res.* 17, 65–103.

Andrefsky, W., 2006. Experimental and archaeological verification of an index of retouch for hafted bifaces. *Am. Antiq.* 71, 743–757.

- Andrefsky, W., 1994. Raw-Material Availability and the Organization of Technology. *Am. Antiq.* 59, 21–34.
- Ashton, N., 2008. Transport, curation and resharping of lithic in the Lower Palaeolithic. *Lithics* 29, 6–17.
- Blades, B.S., 2008. Reduction and retouch as independent measures of intensity, in: Andrefsky, W. (Ed.), *Lithic Technology*. Cambridge University Press, New York, pp. 136–149.
- Blades, B.S., 2003. End scraper reduction and hunter-gatherer mobility. *Am. Antiq.* 68, 141–156.
- Bradbury, A.P., Carr, P.J., 1999. Examining stage and continuum models of flake debris analysis: an experimental approach. *J. Archaeol. Sci.* 26, 105–116.
- Braun, D.R., Tactikos, J., Ferraro, J. V., Harris, J.W.K., 2006. Archaeological inference and Oldowan behavior. *J. Hum. Evol.* 51, 106–108. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2006.04.002>
- Clarkson, C., 2013. Measuring core reduction using 3D flake scar density: a test case of changing core reduction at Klasies River Mouth, South Africa. *J. Archaeol. Sci.* 40, 4348–4357. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.06.007>
- Clarkson, C., 2002. An Index of Invasiveness for the Measurement of Unifacial and Bifacial Retouch: A Theoretical, Experimental and Archaeological Verification. *J. Archaeol. Sci.* 29, 65–75. <https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0702>
- Clarkson, C., Hiscock, P., 2011. Estimating original flake mass from 3D scans of platform area. *J. Archaeol. Sci.* 38, 1062–1068. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.12.001>
- Clarkson, C., Shipton, C., Weisler, M., 2014. Determining the reduction sequence of Hawaiian quadrangular adzes using 3D approaches: a case study from Moloka'i. *J. Archaeol. Sci.* 49, 361–371. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.05.031>
- Cowan, F.L., 1999. Making sense of flake scatters: lithic technological strategies and mobility. *Am. Antiq.* 64, 593–607.
- Davis, L.G., Willis, S.C., Macfarlan, S.J., 2012. Lithic Technology, Cultural Transmission, and the Nature of the Far Western Paleoarchaic / Paleoindian Co-Tradition, in: Rhode, D. (Ed.), *Meetings at the Margins: Prehistoric Cultural Interactions in the Inermountain West*. University of Utah Press, pp. 47–64.
- de la Torre, I., 2011. The Early Stone Age lithic assemblages of Gadeb (Ethiopia) and the Developed Oldowan/early Acheulean in East Africa. *J. Hum. Evol.* 60, 768–812.
- Dibble, H.L., 1995a. Raw Material Availability, Intensity of Utilization and Middle Paleolithic Assemblage Variability, in: Dibble, H.L., Lenoir, M. (Eds.), *The Middle Paleolithic Site of Combe-Capelle Bas (France)*. University Museum Press, Philadelphia, pp. 289–315.
- Dibble, H.L., 1995b. Middle Paleolithic scraper reduction: background, clarification, and review of the evidence to date. *J. Archaeol. Method Theory* 2, 299–368.
- Dibble, H.L., 1987. The interpretation of Middle Paleolithic scraper morphology. *Am. Antiq.* 52, 109–117.
- Dibble, H.L., Pelcin, A., 1995. The effect of hammer mass and velocity on flake mass. *J. Archaeol. Sci.* 22, 429–439.
- Dibble, H.L., Schurmans, U.A., Iovita, R.P., McLaughlin, M.V., 2005. The measurement and interpretation of cortex in lithic assemblages. *Am. Antiq.* 70, 545–560.

Ditchfield, K., 2016. The influence of raw material size on stone artefact assemblage formation: An example from Bone Cave, south-western Tasmania. *Quat. Int.* 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.03.013>

Douglass, M.J., Lin, S.C., Braun, D.R., Plummer, T.W., 2017. Core Use-Life Distributions in Lithic Assemblages as a Means for Reconstructing Behavioral Patterns. *J. Archaeol. Method Theory*. <https://doi.org/10.1007/s10816-017-9334-2>

Eren, M.I., Domínguez-rodrigo, M., Kuhn, S.L., Adler, D.S., Le, I., Bar-Yosef, O., 2005. Defining and measuring reduction in unifacial stone tools. *J. Archaeol. Sci.* 32, 1190–1201. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.03.003>

Eren, M.I., Prendergast, M.E., 2008. Comparing and synthesizing unifacial stone tool reduction indexes., in: Andrefsky, W., J. (Ed.), *Lithic Technology, Measures of Production, Use and Curation*. Cambridge University Press, pp. 49–84.

Eren, M.I., Sampson, C.G., 2009. Kuhn's Geometric Index of Unifacial Stone Tool Reduction (GIUR): does it measure missing flake mass? *J. Archaeol. Sci.* 36, 1243–1247. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.01.011>

García-Medrano, P., Ollé, A., Mosquera, M., Cáceres, I., Carbonell, E., 2015. The nature of technological changes: The Middle Pleistocene stone tool assemblages from Galería and Gran Dolina-subunit TD10.1. *Quat. Int.* 368, 92–111. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.03.006>

Groucutt, H.S., Shipton, C., Alsharekh, A., Jennings, R., Scerri, E.M.L., Petraglia, M.D., 2015. Late Pleistocene lakeshore settlement in northern Arabia: Middle Palaeolithic technology from Jebel Katefeh, Jubbah. *Quat. Int.* 382, 215–236. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.12.001>

Hiscock, P., Clarkson, C., 2009. The reality of reduction experiments and the GIUR: reply to Eren and Sampson. *J. Archaeol. Sci.* 36, 1576–1581. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.03.019>

Hiscock, P., Tabrett, A., 2010. Generalization, inference and the quantification of lithic reduction. *World Archaeol.* 42, 545–561. <https://doi.org/10.1080/00438243.2010.517669>

Ingbar, E.E., Larson, M.L., Bradley, B.A., 1989. A non-typological approach to debitage analysis, in: Amick, S., Mauldin, R.P. (Eds.), *Experiments in Lithic Technology*. BAR 528, Oxford, pp. 117–136.

Iovita, R., 2011. Shape Variation in Aterian Tanged Tools and the Origins of Projectile Technology: A Morphometric Perspective on Stone Tool Function. *PLoS One* 6, e2029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029029>

Iovita, R., Mcpherron, S.P., 2011. The handaxe reloaded: a morphometric reassessment of Acheulian and Middle Paleolithic handaxes. *J. Hum. Evol.* 61, 61–74.

Jelinek, A., 1976. Form, function, and style in lithic analysis., in: Cleland, C.E. (Ed.), *Cultural Change and Continuity: Essays in Honor of James Bennett Griffin*. Academic Press., New York, pp. 19–33.

Key, A.J.M., Lycett, S.J., 2015. Edge angle as a variably influential factor in flake cutting efficiency: an experimental investigation of its relationship with tool size and loading. *Archaeometry* 57, 911–927.

Key, A.J.M., Lycett, S.J., 2014. Are bigger flakes always better? An experimental assessment of flake size variation on cutting efficiency and loading. *J. Archaeol. Sci.* 41, 140–146.

Kuhn, S.L., 1990. A Geometric Index of Reduction for Unifacial Stone Tools. *J. Archaeol. Sci.* 17, 583–593.

Li, H., Kuman, K., Li, C., 2016. The symmetry of handaxes from the Danjiangkou Reservoir Region (central China): A methodological consideration. *Quat. Int.* 400, 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.05.033>

- Li, H., Kuman, K., Li, C., 2015. Quantifying the Reduction Intensity of Handaxes with 3D Technology: A Pilot Study on Handaxes in the Danjiangkou Reservoir Region, Central China. *PLoS One* 10, e0135613. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135613>
- Lin, S.C.H., Douglass, M.J., Holdaway, S.J., Floyd, B., 2010. The application of 3D laser scanning technology to the assessment of ordinal and mechanical cortex quantification in lithic analysis. *J. Archaeol. Sci.* 37, 694–702. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.10.030>
- Magne, M., 1989. Lithic reduction stages and assemblage formation processes. *Exp. Lithic Technol.* 14, 15–31.
- Magne, M., Pokotylo, D., 1981. A pilot study in bifacial lithic reduction sequences. *Lithic Technol.* 6, 34–47.
- Marks, A., Shokler, J., Zilhao, J., 1991. Raw material usage in the Paleolithic. The effects of local availability on selection and economy, in: Montet-White, A., Holen, S.R. (Eds.), *Raw Material Economies Among Prehistoric Hunter-Gatherers*. University of Kansas Publications in Anthropology, Kansas, pp. 127–139.
- Marwick, B., 2008. What attributes are important for the measurement of assemblage reduction intensity? Results from an experimental stone artefact assemblage with relevance to the Hoabinhian of mainland Southeast Asia. *J. Archaeol. Sci.* 35, 1189–1200. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.08.007>
- Morales, J.I., 2016. Distribution patterns of stone-tool reduction: Establishing frames of reference to approximate occupational features and formation processes in Paleolithic societies. *J. Anthropol. Archaeol.* 41, 231–245. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.01.004>
- Morales, J.I., Lorenzo, C., Vergès, J.M., 2013. Measuring Retouch Intensity in Lithic Tools: A New Proposal Using 3D Scan Data. *J. Archaeol. Method Theory*. <https://doi.org/10.1007/s10816-013-9189-0>
- Morales, J.I., Soto, M., Lorenzo, C., Vergès, J.M., 2015. The evolution and stability of stone tools: The effects of different mobility scenarios in tool reduction and shape features. *J. Archaeol. Sci. Reports* 3, 295–305. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.06.019>
- Odell, G.H., 1989. Experiments in lithic reduction, in: Amick, D.S., Mauldin, R.P. (Eds.), *Experiments in Lithic Technology*. British Archaeological Reports, Oxford, pp. 163–198.
- Ollé, A., Mosquera, M., Rodríguez-Álvarez, X.P., García-Medrano, P., Barsky, D., de Lombera-Hermida, A., Carbonell, E., 2016. The Acheulean from Atapuerca: Three steps forward, one step back. *Quat. Int.* 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.042>
- Pelcin, A., 1998. The threshold effect of platform width: a reply to Davis and Shea. *J. Archaeol. Sci.* 25, 615–620.
- Prasciunas, M.M., 2007. Bifacial cores and flake production efficiency: an experimental test of technological assumptions. *Am. Antiq.* 72, 334–348.
- Rolland, N., Dibble, H.L., 1990. A new synthesis of Middle Palaeolithic variability. *Am. Antiq.* 55, 480–499.
- Roth, B.J., Dibble, H.L., 1998. Production and Transport of Blanks and Tools at the French Middle Paleolithic Site of Combe-Capelle Bas. *Am. Antiq.* 63, 47–62. <https://doi.org/10.2307/2694775>
- Schiffer, M.B., 1987. *Formation Processes of the Archaeological Record.*, University. ed. Salt Lake City.
- Shipton, C., 2011. Taphonomy and behaviour at the Acheulean site of Kariandusi, Kenya. *African Archaeol. Rev.* 28, 141–155.

Shipton, C., Clarkson, C., 2015a. Handaxe reduction and its influence on shape: An experimental test and archaeological case study. *J. Archaeol. Sci. Reports* 3, 408–419. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.06.029>

Shipton, C., Clarkson, C., 2015b. Flake scar density and handaxe reduction intensity. *J. Archaeol. Sci. Reports* 2, 169–175. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.01.013>

Shott, M.J., 2017. Stage and continuum approaches in prehistoric biface production: A North American perspective. *PLoS One* 12, e0170947.

Shott, M.J., 1996. An exegesis of the curation concept. *J. Anthropol. Res.* 52, 259–280.

Shott, M.J., 1995. How much is a scraper? Curation, use rates, and the formation of scraper assemblages. *Lithic Technol.* 20, 53–72.

Shott, M.J., Bradbury, A.P., Carr, P.J., Odell, G.H., 2000. Flake size from platform attributes: predictive and empirical approaches. *J. Archaeol. Sci.* 27, 877–894.

Shott, M.J., Lindly, J.M., Clark, G.A., 2011. Special Issue: Reduction Sequence, Chaîne Opératoire, and Other Methods: The Epistemologies of Different Approaches to Lithic Analysis. *PaleoAnthropology* 320–333. <https://doi.org/10.4207/PA.2011.ART62>

Shott, M.J., Sillitoe, P., 2005. Use life and curation in New Guinea experimental used flakes. *J. Archaeol. Sci.* 32, 653–663. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.11.012>

Shott, M.J., Weedman, K.J., 2007. Measuring reduction in stone tools: an ethnoarchaeological study of Gamo hidescrapers from Ethiopia. *J. Archaeol. Sci.* 34, 1016–1035.

Stout, D., Semaw, S., Rogers, M.J., Cauche, D., 2010. Technological Variation in the Earliest Oldowan from Gona, Afar, Ethiopia. *J. Hum. Evol.* 58, 474–491. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2010.02.005>

4.1.2 A new approach to measure reduction intensity on cores and tools on cobbles: The Volumetric Reconstruction Method

Lombao, D., Cueva-Temprana, A., Mosquera, M., Morales, J.I. (2020). A new approach to measure reduction intensity on cores and tools on cobbles: the Volumetric Reconstruction Method. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12,222.

4.1.2.1 *1 Introduction*

Each core or tool belonging to a lithic assemblage has its own life-history. It begins when a specific piece of raw material is selected from a sourcing location and ends when the object is discarded for the last time (Leroi-Gourhan, 1993; Odell, 2001; Schiffer, 1987; Sellet, 1993; Shott, 2003). This implies that each archaeological object has an inherent value related to the amount of work and time invested on its elaboration and its replacement possibilities, a real time of use, and a theoretical potential amount of use related to the degree of maintenance and re-use until its exhaustion. This makes the concepts of procurement and manufacture, use-life (Schiffer, 1987), and curation (Shott, 1996) key concepts for understanding of lithic technology.

The amount of work invested in a lithic tool until it is abandoned is represented by knapping, either through the detachment of flakes in cores or by retouching in tools. Given the reductive and unidirectional nature of lithic knapping, one way to objectively evaluate the amount of work invested is through the quantification of reduction intensity—that is, the measurement of the amount of mass or volume removed from the original blank until the core or tool is discarded. On this paper, we will refer to “volume” as a measuring unit when talking about reduction, but mass can similarly be calculated throughout the process.

The management of lithic tools through reduction can be affected by multiple factors such as raw material quality, size or accessibility, group mobility and transport patterns, occupation type and duration, as well as the function of the tools, among others (Andrefsky, 1994; Blades, 2003; Carr and Bradbury, 2011; Kuhn, 1990; Morales, 2016; Nelson, 1991; Rolland and Dibble, 1990; Schiffer, 1987). Given that there is a connection between reduction as a physical process and curation as a behavioral one (Shott and Weedman, 2007), the quantification of reduction intensity can help us better understand behavioral patterns, technological and economic organization strategies, and ultimately, cognitive capabilities such as planning and adaptation.

One way to quantify the intensity of reduction would be to calculate the percentage of removed or remaining volume in relation to the volume of the original blank. However, without

complete refits, the exact amount of material that has been removed from each core cannot be determined. In this situation, several indexes and equations have been developed to estimate the size of the original blanks in the case of retouched tools (Morales et al., 2015a), or through different parameters as an indirect reflection of this reduction (Clarkson, 2013; Douglass et al., 2017; Li et al., 2015).

Regarding cores, there is the case of the Cortex Ratio, which uses geometric solid formulas to estimate the surface area of the original blank (Dibble et al. 2005; Douglass et al. 2008; Holdaway et al. 2008; Lin et al. 2010, 2015). In these studies, the quantity of cortex expected to be represented in an archaeological assemblage if all the elements were present is calculated using geometric volume formulas. The total assemblage volume is used to calculate the total cortical surface area. To do this, the volume of the assemblage is divided by the number of cores, and the result is subsequently used to calculate the surface value from the volume value, using either the sphere (Dibble et al., 2005) or ellipsoid formulas (Douglass et al., 2008, Lin et al., 2010). This result is then multiplied by the number of cores present in the assemblage. Finally, this resulting value is compared to the observed quantity of cortex documented in the same archaeological assemblage to quantify the over- or underrepresentation of cortical surfaces (Douglass et al., 2008). Recently, these kinds of geometric reconstructions have been used to obtain the Volume Ratio instead of the Cortex Ratio (Ditchfield, 2016b; Ditchfield et al., 2014; Phillipps and Holdaway, 2016), since it has the advantage of being applicable to assemblages produced from nodules that are not completely cortical in origin (Ditchfield, 2016b).

These approaches have been applied to several archaeological assemblages, and are considered a robust method for measuring the transport of artifacts and, ultimately, the degree of mobility of past human groups (Ditchfield, 2016b; Ditchfield et al., 2014; Douglass et al., 2008; Holdaway et al., 2008; Phillipps and Holdaway, 2016). The Cortex Ratio has been interpreted as a reduction intensity proxy based on the premise that a more reduced assemblage will present a smaller proportion of cortical surfaces (Dibble et al. 2005).

Although they can be useful tools for measuring the overall reduction of an assemblage, these approaches are not aimed at quantifying the reduction of each core individually. Therefore, it is not possible to analyze the internal distribution of the reduction degrees within each assemblage. This problem is also present in other proxies used as references for reduction intensity, such as the Flakes-Cores Ratio or the Noncortical Flakes-Cortical Flakes ratio (Ditchfield, 2016b).

Some authors have highlighted the importance of analyzing the distribution of reduction degrees through the individual characterization of each tool, since “*the mean is a measure of*

central tendency that is strictly valid only for normal distributions” (Shott and Sillitoe, 2005, p. 659). Furthermore, under the same central tendency, different distributions that may represent different discard patterns can be hidden (i.e., an assemblage in which some cores are exhaustively reduced and others are only tested will have a similar mean to another assemblage in which all cores are reduced at an intermediate level) (Shott and Sillitoe, 2004). For these reasons, an analysis of the distribution of the individual values in each assemblage allows for a more effective evaluation of the assemblage’s formation processes through, for example, survival analysis (Douglass et al., 2018; Morales, 2016; Shott, 2002; Shott and Seeman, 2015; Shott and Sillitoe, 2005, 2004).

This kind of analysis has been applied mainly to retouched artifacts, including unifacial lateral scrapers (Eren et al., 2005; Kuhn, 1990) or distally retouched end-scrapers (Eren et al., 2005; Morales et al., 2015a; Shott and Weedman, 2007), as well as Aterian tanged tools (Ioviță, 2011) or bifacial tools (Clarkson, 2002). In certain cases, it has been used to reconstruct the original volume of flakes from different attributes of the preserved platform (Shott et al., 2000), such as the Exterior Platform Angle (EPA) or platform depth (Dibble and Rezek, 2009), or through the flake’s surface such as the Initial -/Terminal- Mass Comparison (ITMC) (Clarkson and Hiscock, 2011) or its dimensions (Dibble and Rezek, 2009).

Similarly, different reduction measures for blades have been used, either using the original thickness of each blade to estimate its original surface (Blades, 2003) or adapting the ITMC for unretouched (Muller and Clarkson, 2014) and retouched blades (Muller et al., 2018). Various methods have also been developed using the cross-sectional geometry of retouched tools to reconstruct the original size of the flakes prior to retouching, such as the Geometric Index of Unifacial Stone Reduction (GIUR) (Kuhn, 1990), the Estimated Reduction Percentage (ERP) (Eren et al., 2005, Morales et al., 2015), or indexes combining the height of retouch with the length of the retouched edge to estimate the volume lost (Bustos-Pérez and Baena, 2019).

Regarding cores, morpho-technical parameters have been used to indirectly reflect their reduction: the Flake Scar Density (Shipton, 2011) or Scar Density Index (SDI), which is based on the relationship between the number of scars on a core’s surface (Clarkson, 2013); the percentage of non-cortical surface (Li et al., 2015); the number of scars present on each core (Bradbury and Carr, 1999; Shott, 1996); the number of exploitation and/or percussion surfaces; the number of convergences of exploitation surfaces; the angle of the platform; or the combination of several of these attributes (Douglass et al., 2018).

However, many of these parameters can be affected by both the size of the original blank and the strategy used in the reduction process, especially when comparing archaeological

assemblages with different characteristics (e.g. unifacial and bifacial reduction strategies, or different raw materials). In addition, some parameters are the result of the reduction strategy employed more than the by-product of the intensity of reduction (Lombao et al., 2019).

Additionally, the indexes obtained through some of these methods (i.e. SDI) generate relative measurement units, being therefore impossible to qualitatively assess the results they produce individually. On the contrary, they require for the comparison of the reduction degree on more than one assemblage (different archaeological sites, levels, raw materials or reduction strategies), in order to obtain interpretable results.

Conversely, the expression of the reduction intensity in terms of the relationship between the volume of the original blank and the volume of the discarded core has multiple advantages: first, by being a real and tangible unit of measure it facilitates the individual characterization of the reduction intensity of each core. Second, it estimates the size of the original blank, thus providing information regarding raw material selection. Third, linking the intensity of reduction to the size of the selected original blank can lead to better inferences about the raw material economy and transport strategies. Finally, the intensity of reduction expressed both in absolute and relative common scales allows for the exploration of the possible correspondence between knapping strategies and stages of reduction, providing highly relevant information in studies of technological variability.

For these reasons, this paper presents a new methodological proposal to estimate the volume size of original blanks and quantify the degree of reduction in cores in terms of percentage of remaining or removed volume the Volumetric Reconstruction Method (VRM), together with the results of an experimental program carried out to evaluate its reliability to estimate an original blank's size and intensity of reduction.

4.1.2.2 2 Methods

2.1 The Volumetric Reconstruction Method

The VRM was designed with the goal of reconstructing an original blank before it was knapped. We used geometric formulas that require the data of the dimensions, or more specifically the semi-axes, of each core or tool in order for the formulas to be appropriately calculated. However, during the knapping process each removal modifies the shape and size of the core or tool (from now on, for a matter of readability, we will refer to “cores” when dealing with both cores and tools on cobble). This modification eventually affects one or more of the three dimensions of the core, depending on the relative position of each removal. Thus, it is necessary to consider the need for a “correction” of the core's dimensions. Otherwise, we would be calculating an unrealistic volume, closer to the core's final stage since it would be

defined by the dimensions of the discarded stage. As such, in order to estimate the real original volume, it is necessary to reconstruct the three dimensions of each blank in their pre-knapping stage, and then apply the appropriate geometric volume formula to them.

Therefore, we face two challenges: first, finding this “correction unit” for the maximal dimensions once the core has been discarded; and second, calculating the necessary number of corrections required for each one of the core dimensions.

Regarding the first issue, our proposal is based on the utilization of some of the dimensional attributes of the flakes belonging to the same assemblage as the analyzed cores/tools. Since flakes are the “positive” products of the removals from the core’s surface, we can assume that some of the flakes’ dimensions reflect the dimensional modifications produced on the core. Specifically, for the application of the VRM we have used two correction measures: median flake platform thickness and median flake thickness.

We used the assemblage’s median flake platform thickness in order to correct the length and width of each core. For example, in any bifacial knapping process we can observe how the length and width of the core are progressively reduced. This reduction corresponds to the thickness of the obtained flakes’ platforms, as the flake platform resulting from a removal in the core’s Surface A corresponds with the flake surface in the core’s Surface B, and vice versa (Fig. 1). In the absence of other variables, we use the median thickness of the flakes to correct the maximum thickness of the core when needed (when thickness’ limits do not correspond to cortical surfaces).

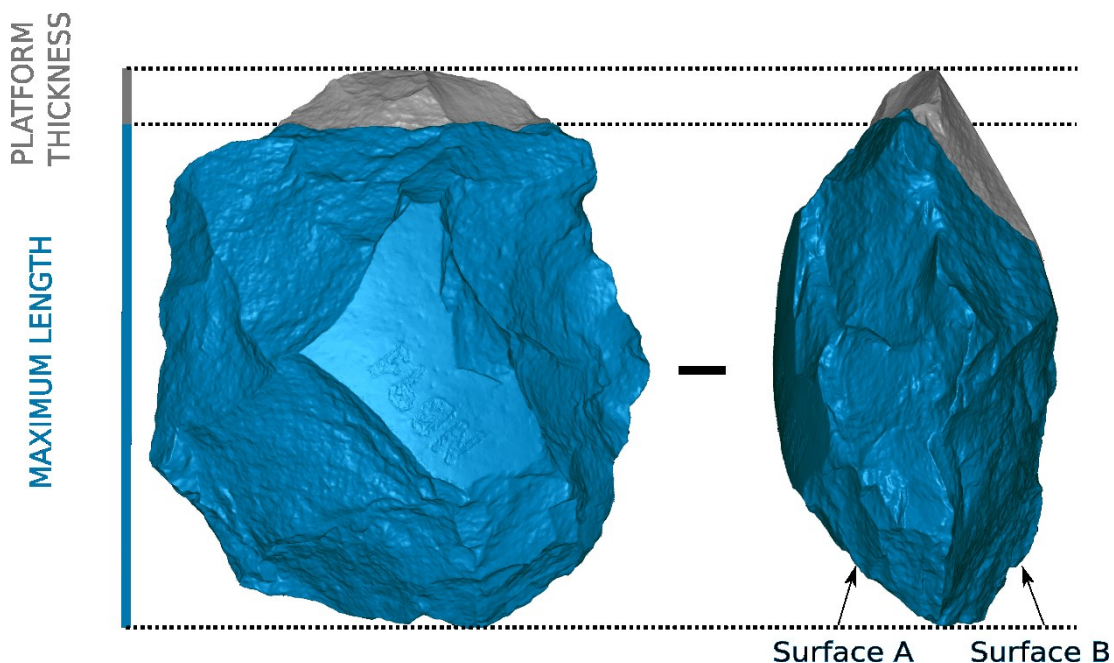


Figure 1. 3D refit that shows how the maximum length of the core is reduced by the platform thickness of the flake.

The resulting variation in the dimensions of flakes found in an archaeological assemblage might be high. Considering this, we used the median flake thickness and the median flake platform thickness as correction units (Fig. 2), without considering the specific knapping method through which the flakes were produced. We did this because it is sometimes impossible to identify which knapping method has been used to obtain each flake by analyzing the flake's attributes (especially in the first stages of any reduction sequence). Furthermore, in order to avoid the possibility that a hypothetical excess of debris in the assemblage would affect these correction units, we only used flakes larger than 20 mm, an arbitrary threshold based on the assumption that larger products are large enough to generate large-scale changes in core dimensions. This threshold, however, can be adapted to every assemblage by analyzing size distribution patterns. In this sense, is important to verify the size distribution pattern in each assemblage, in order to check whether the mean or the median is more appropriate to use for the flake and platform thicknesses. For an assemblage with raw material variability, correction units must be specifically determined for each one of them.

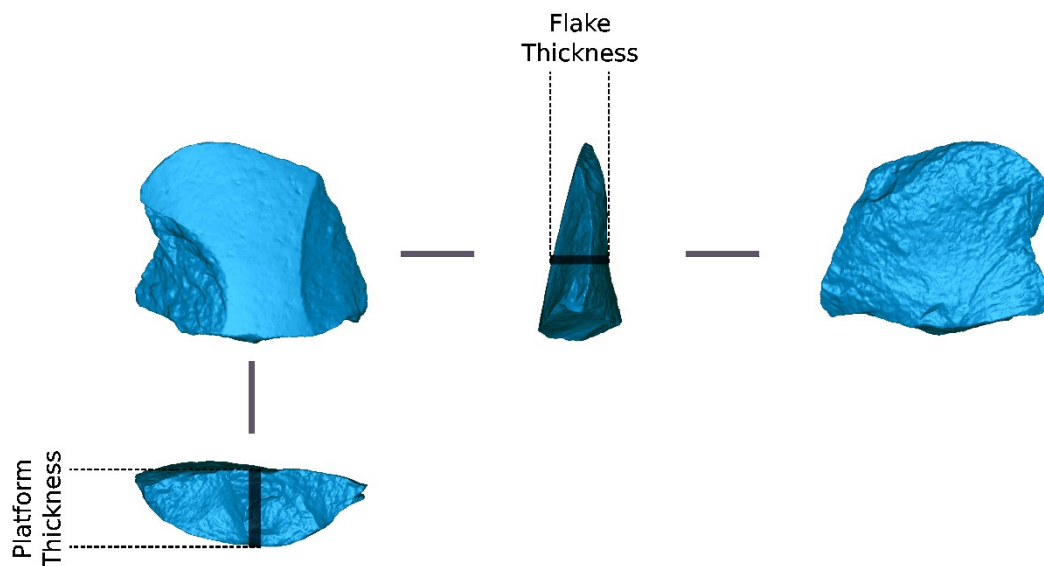


Figure 2. Flake measurements used as "Correction Units".

Regarding the second challenge, finding the specific number of required correction units to apply to each dimension, we performed a diacritical analysis of each core, attending to the location and direction of the removals, but also to the number of generations of removals in each maximum dimension. Therefore, each generation identified in each sector of the core corresponds to a correction unit (Fig. 3).

In unifacial knapping strategies (e.g., unifacial unipolar) it is only necessary to quantify the number of generations that have occurred, which are the correction units needed per knapped surface. Conversely, in bifacial knapping strategies (e.g., discoid) it is necessary to calculate the number of generations that correspond to the core's maximum axis on both of the surfaces.

Furthermore, in multifacial knapping strategies (e.g., polyhedrons) it is necessary to quantify the number of generations in those surfaces that correspond to the maximal dimensions of the core. Finally, it is not necessary to apply any correction unit to the maximal dimensions of cortical surfaces (Fig.3).

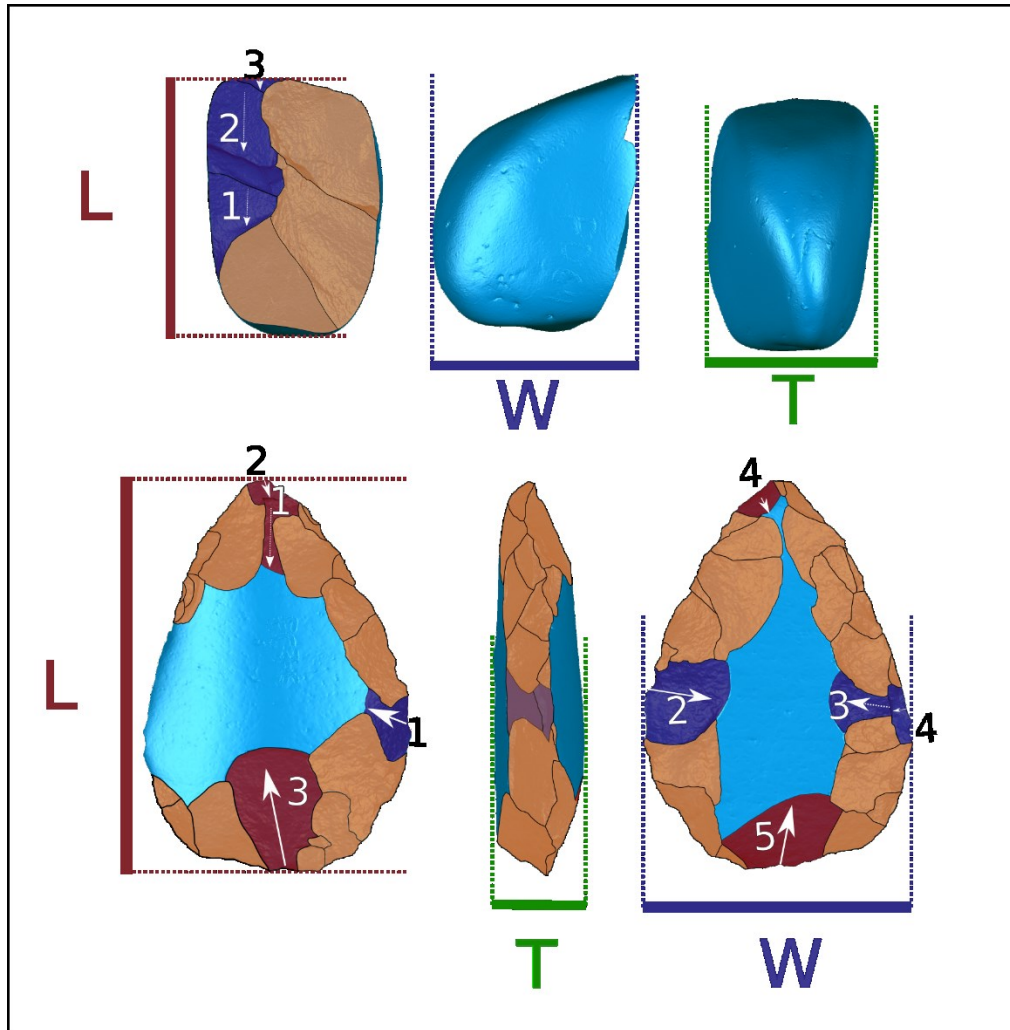


Figure 3. Measurements of blanks and identification of scar generations for the application of the VRM. L: length, W: width; T: thickness. Red scars: number of scars for the correction of maximum length. Blue scars: number of scars for the correction of maximum width.

After the required number of correction units has been established, it has to be multiplied 1) by the median of the flakes platform thickness, to obtain the core's length and width; and 2) by the median of the flakes thickness, to obtain the core's thickness. The resulting values are then added to the length, width, and thickness of the core, respectively. These new "corrected" dimensions can be used to calculate the estimated original volume of the blank by introducing them into the ellipsoid formula:

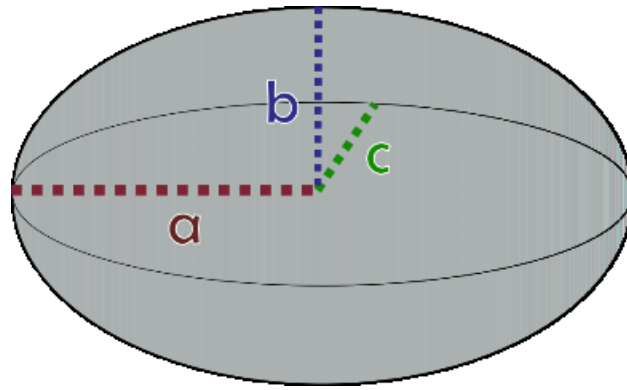


Figure 4. Semi-axis used in the volume formula of the ellipsoid.

$$\text{Ellipsoid volume} = \pi * \frac{4}{3} * a * b * c$$

Where:

$$a = \frac{\text{Length} + (\text{Median platform thickness} * \text{Number of corrections for length})}{2}$$

$$b = \frac{\text{Width} + (\text{Median platform thickness} * \text{Number of corrections for width})}{2}$$

$$c = \frac{\text{Thickness} + (\text{Median flake thickness} * \text{Number of corrections for thickness})}{2}$$

Finally, the volume of the discarded core should be divided by the volume obtained through the ellipsoid formula. The result is then multiplied by 100, thereby obtaining the estimated percentage of remaining volume for each core.

In summary, the required steps to apply the VRM are the following:

- 1- Calculate the mean or median of the flakes' platform thickness and the flakes' mean or median thickness from the archaeological assemblage.
- 2 – Measure the three morphological dimensions of each core based on its minimum bounding box and obtain the core's volume through 3D models.
- 3 - Diacritical analysis of the cores: the number of generations of scars must be identified and quantified for each morphological axis, because the position of the scars on the core may affect none, one, two, or all three maximal axes (length, width, and thickness).
- 4 – Multiply the number of required correction units by the median flake platform thickness (core length and width) and by the median flake thickness (core thickness).

5 – Add these values to the dimensions of the core.

6 – Apply the ellipsoid volume formula using the corrected dimensions to obtain the estimated original volume.

7 - Finally, divide the volume of the analyzed core by the estimated original volume of the blank prior to knapping, and multiply the result by 100 to obtain the percentage of the remaining volume on the core.

To convert the value of the estimated original volume into mass, it is necessary to know the density of each core. To do this, the mass is divided by the volume of the core in its final form to obtain the density value for each core. In this way, the estimated original mass of one core is obtained by multiplying the value of its density by its estimated original volume obtained in step 6.

2.2 Experimental design

To verify the performance of the VRM we designed and carried out an experimental program. A total of 64 cobbles of quartzite, quartzarenite, and sandstone from Olmos de Atapuerca and the terraces of the Arlanzón river (Burgos), weighting between 381g and 4424g, were used for knapping. There was no deliberate selection of morphology or size, but variation was sought in both aspects. Four knappers (two women and two men) with different degrees of experience participated in the experiment. Each knapper worked on 16 cobbles, divided into four groups, each associated with a different knapping strategy: unifacial unipolar bifacial multipolar centripetal, multifacial multipolar, and handaxe production. Although strict guidelines were not provided on how to carry out each type of reduction, they can be defined in general terms as follows:

- Bifacial Multipolar Centripetal: two opposite faces of the blank separated by a plane of horizontal intersection were reduced. Flakes were removed following a perimetral scheme along the edge of the core. This reduction could have been done following the alternating method, the alternate method, or a combination of both (Fig. 5A).
- Unifacial Unipolar: removals were performed on a single surface, striking on a single unprepared percussion surface. No restrictions on the perimetral development of the knapping sequence were imposed, but flakes had to be produced unidirectionally on the same axis of the blank (Fig. 5B).
- Multifacial Multipolar: removals were carried out by taking advantage of the faces of the core as either percussion platform or exploitation surfaces, depending on which was

appropriate for each removal. In this way the core was constantly turned without following a defined or organized scheme (Fig. 5C).

- Handaxes: these blanks were flaked on two opposite faces—separated by a plane of horizontal intersection—following a perimetral scheme to configure a tip at the distal part of the blank and a more rounded shape in the opposite end. Each knapper configured each handaxe according to his/her own criteria, without generating a specific shape or morphology (Fig. 5D).

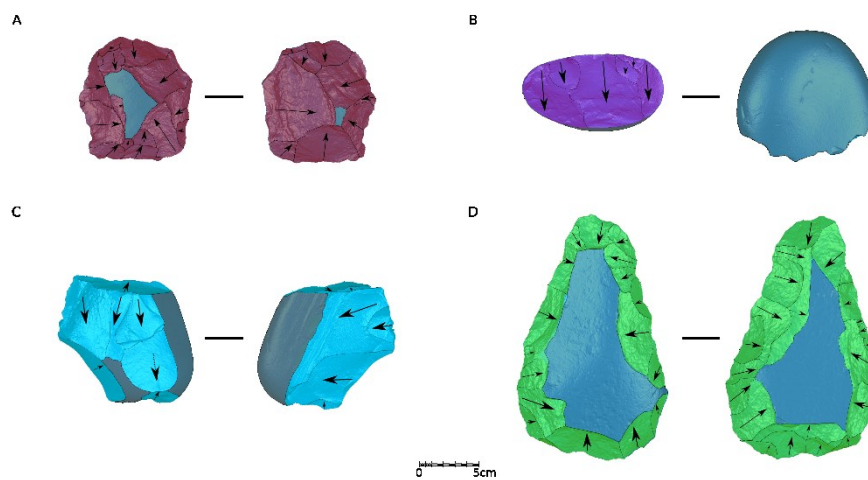


Figure 5. Type of core reduction used in the experiment. A) Bifacial Multipolar Centripetal; B) Unifacial Unipolar; C) Multifacial Multipolar; and D) Handaxe.

Knappers freely choose their cobbles and the hammerstones. They were also free to apply the reduction strategy that they considered optimal for each blank, and to decide to what degree they reduced them. The only requirement was for them to generate reduction variability, as we were interested in how the VRM performs at different stages/phases/degrees of reduction. The experiment produced a sample of 16 cores from each group, with random internal variability in terms of degree of reduction.

Each blank was scanned in 3D, measured, and weighed before and after the experiment, to obtain the volume (mm^3), surface (mm^2), dimensions (mm) and weight (g) of each initial and final blank. The cores and blanks were 3D scanned using a Breuckmann SmartSCAN3D-HE Scanner with a 250mm field of view (Breuckmann Optocat 2012 R2-2206 software). From the 3D models, the dimensions, surface, and volume of each object were calculated using Meshlab software. These models are available for scientific and/or academic purposes at 10.5281/zenodo.3368659 (Lombao, 2019).

Regarding flakes, 1629 flakes larger than 20 mm were obtained. Morphological and technical measures (especially the thickness and the platform thickness), and weight, were taken (See histograms in Supplementary Figure S1). The complete sample of cores and flakes, and the attributes measured for this experiment, are available for further method implementation or new research proposals in Supplementary Databases 1 and 2.

2.3 Statistical procedures

First, we compared how the VRM operates using the ellipsoid volume formula and four other geometric volume formulas: Cube, Sphere, Cylinder, and Prism, to evaluate which geometric formula is more accurate. Due to the non-parametric distribution of the data (Shapiro Wilk (p) < 0.05) both Pearson's r and Spearman's Rho were used. In similar experiments the coefficient of determination (r^2) has been used to evaluate the inferential power of these methods (Clarkson, 2013; Eren et al., 2005; Hiscock and Tabrett, 2010; Morales et al., 2015a).

Since the VRM is expressed in standard units of measurement for the estimation of the volume of the original blank, these estimations can be compared to actual values to verify their accuracy and check if biases occur by means of under- or overestimation of the results. To do this, we calculated the Average Error (AE), which expresses the average of the difference between each estimated value and its actual one. However, it must be noted that “non-biased” is not equivalent to “precise,” (e.g., negative values in errors can compensate for positive values in other errors), so it is possible for a model to have a very low bias and be inaccurate at the same time. Therefore, the Mean Absolute Error (MAE) and the Root Mean Squared Error (RMSE) were calculated to check the accuracy of the VRM.

Using the average of the original real volume as a reference, it is possible to obtain the Percentage of Average Error (%AE), the Percentage of Mean Absolute Error (%MAE), and the Percentage of the Root Mean Squared Error (%RMSE), which allows us to directly compare the accuracy of the different geometric volume formulas.

We also compared the medians (Mann-Whitney test) and the distributions (Kolmogorov-Smirnov test) of the values between the real and the estimated original volume.

Second, to evaluate the effects of the reduction strategy on the estimation of reduction intensity, we performed ANOVA analyses to compare the means between the real and estimated percentages of remaining volume for each type of reduction strategy. We also used a Kolmogorov-Smirnov test to compare the distributions of the values. Furthermore, we performed Pearson correlation (r) tests, and compared the regression function of each reduction strategy through ANOVA tests.

Finally, in order to assess whether the size of the cores affects the reconstructions performed with the VRM, we compared the relationship between the final weight of the core and the original weight estimated using the VRM.

2.4 Resamples

Assemblages recovered from archaeological sites mostly present different kind of biases, either due to anthropic processes prior to the burial of the assemblage, post-depositional processes that can alter their integrity, or/and limitations derived from the excavation process (e.g., excavation extension). In addition, the formation of time-averaged layers because of re-occupation events creates palimpsests where the identification of discrete occupation-related assemblages is not always easy.

As the VRM is based on both the analysis of cores and the measurement of flakes from the same assemblage, it is necessary to verify how different kinds of bias affect the VRM estimation. To do this, we carried out two resampling experiments to simulate different possible scenarios:

- First, we performed 1000 random resamplings to select the 20% of the flakes from the experimental assemblage, obtaining 1000 different values for average flake and platform thickness. In this case, we use the means of both the flake's thickness and the platform instead of the median, as the mean generates an assemblage with higher internal variability (see Supplementary Figure S2 for the resampling results using medians). Then we calculated the VRM for each case, obtaining the range of variability in the calculation of the remaining volume percentage for each core depending on random sampling biases. Finally, we calculated the difference between the remaining volume percentage obtained with 100% of the flakes and the remaining volume percentage obtained in each random resampling for each core.
- To evaluate another possible scenario, in which there would be a differential transport of material, we performed two more resamplings. After weighing each flake, we ranked all flakes by weight and selected the top 20% of largest flakes ("Largest Flake Subset" [LFS]) and the bottom 20% of the smallest flakes ("Smallest Flake Subset" [SFS]) of the entire sample to generate two different size bias scenarios and compare the performance of the VRM in non-randomly biased assemblages.
- Finally, with the goal of measuring how the number of generations influences the estimations obtained through the VRM, we have modified the number of generations, creating several different scenarios and simulating potential inter-analyst variability:

- Scenarios A and B have been created by increasing +1 and +2 generations respectively for each of the core's dimensions, which implies a +3 increase in the identified generations per core in scenario A, and a +6 increase in the identified generations per core in scenario B.
- Scenarios C and D have been created by diminishing -1 and -2 generations respectively for each of the core's dimensions and keeping a 0 value for those dimensions in which no generation has been identified.
- To observe the influence of small changes in the number of identified generations derived from an expectable inter-observer error, we have generated two final scenarios. Scenario E adds one generation only to one of the core's dimensions, while scenario F extracts one generation only to one of the core's dimensions.

The entire process of obtaining volumes with different geometric formulas, as well as the different resampling processes (both random and size) and the statistical treatment of the data, were carried out on R (R Core Team, 2013). All scripts and the steps that were followed are described in the Supplementary Material.

4.1.2.3 3 Results

3.1 Geometric formulas

Table 1 shows the results of the tests for the volumetric reconstruction of the blanks for each geometric volume formula. Pearson's r values, the coefficient of determination (r^2), and Spearman's Rho are remarkably high for both the shape of the ellipsoid and the prism, indicating that there is a strong linear correlation between the estimated values and the original ones (Table 1). The fact that these coefficients are the same for the prism and the ellipsoid can be explained by the fact that their respective formulas use the same dimensions (with the same corrections) to obtain the estimated volume. The difference between the two formulas is that in the ellipsoid it is applied to the semi-axes of the length, width, and thickness, while in the prism the entirety of the axes is used, causing an overestimation of the original volume. This overestimation also occurs when using the sphere and cube formulas, which overestimate the results by using the semi-major axis to define the radius in the case of the sphere and the major axis in the case of the cube.

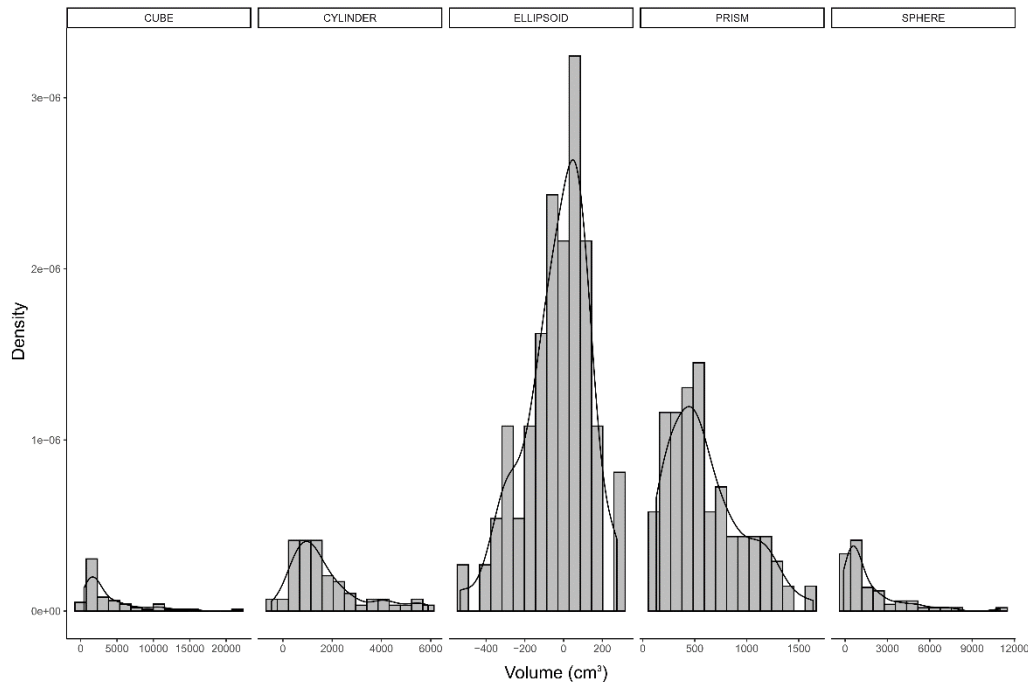


Figure 6. Histograms showing the distribution of the errors (i.e., differences between real and estimated values) for each geometric formula.

	PEARSON (R)	PEARSON (P)	COEFF. DET. (R ²)	SPEARMAN (RHO)	SPEARMAN (P)
PRISM	0.84	0	0.71	0.77	5.72e-14
CUBE	0.59	1.66e-07	0.35	0.64	7.52e-08
SPHERE	0.59	1.66e-07	0.35	0.64	7.52e-08
CYLINDER	0.59	1.65e-07	0.35	0.51	1.60e-05
ELLIPSOID	0.84	0	0.71	0.77	5.72e-14

Table 1. Results for each type of geometric formula when comparing the real and estimated original volume of the blanks.

Regarding the Average Error (AE), the results obtained using the ellipsoid formula are the least biased, since it does not over- or underestimate the data, while the other geometric formulas systematically overestimated the volumes (Table 2).

This can be seen in Figure 6, which shows how the errors in the ellipsoid reconstruction follow a normal distribution, with a mean very close to zero. In addition, it presents the narrower distribution curve of error values compared to other geometric formulas, which indicates that there is no bias in the estimations and that errors are smaller than in the other geometric formulas.

Furthermore, the ellipsoid is the most accurate formula because it has a much lower Mean Absolute Error (MAE) compared to that obtained through other geometric formulas. The

average deviation ratio between the estimated and real values (%MAE), 17.88%, is substantially lower than the percentages obtained using the other geometric formulas.

Regarding Root Mean Squared Error (RMSE), the ellipsoid is again the best geometric formula, providing more precise estimations of the original volumes, since it has a lower RMSE and %RMSE, indicating that the maximal errors are lower in the ellipsoid than other geometric formulas.

	AE	MAE	RMSE	%AE	%MAE	%RMSE
PRISM	601218.46	601218.5	698467.5	82.30	82.30	95.61
CUBE	4029890.69	4029890.7	5832837.0	551.66	551.66	798.47
SPHERE	1762034.23	1768263.7	2766264.0	241.20	242.06	378.68
CYLINDER	1668992.78	1695185.1	2202547.4	228.47	232.05	301.51
ELLIPSOID	-33214.35	130662.0	170374.0	-4.54	17.88	23.32

Table 2. Results of Average Error (AE), Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Squared Error (RMSE), and their percentages (%) for each geometric formula used.

When comparing real and estimated values by applying the ellipsoid volume formula, there are no statistically significant differences between them, either in the medians (Mann-Whitney (p) = 0.38), or in the distribution of the values (Kolmogorov-Smirnov (p) = 0.55), contrary to results obtained using other geometric formulas (see Supplementary Table S1).

The overestimation detected in the reconstructions of the original volumes using the VRM with different geometric formulas turns into an overestimation of the reduction degree and an underestimation of the percentage of remaining volume. In this way, the use of the cube, sphere, cylinder, and prism formulas results in percentage values of remaining volume that are significantly lower than the real ones (see Supplementary Table S1). Indeed, the estimations of the remaining percentage obtained by the ellipsoid formula are very similar to the real ones, and there are no significant differences between them, either in the average values (Student's t-test (p) = 0.83) or in the distribution of the values (K-S (p) = 0.84).

Similarly, the Pearson r values (r = 0.85, p = 6.01 e-19) and the coefficient of determination (r² = 0.72) between the estimated remaining volume percentages through the ellipsoid formula and the real percentages indicate that there is a strong correlation between them (Fig. 7a).

When comparing the differences between predicted and actual percentage of remaining volume across the reduction intensity, the obtained regression coefficient is r = -0.29, p = 0.01. Therefore, there is a slight tendency to overestimate the percentage of remaining volume on the initial phases of reduction and to underestimate it on more advanced phases. Nevertheless, a more detailed evaluation classifying the results in different intervals of reduction intensity

(100-60%, 60-30% and 30-0% of remaining volume) displayed not significant differences across them (Kruskal-Wallis test (chi-squared = 2.26, df = 2, p = 0.32)).

3.2 Reduction strategy and size

Results from the ANOVA comparing the regression function of each reduction strategy show that there are significant differences between them (ANOVA df = 3; F = 6.9, p = 0.0001). A further analysis indicates that these differences are between bifacial (handaxes and bifacial multipolar centripetal) and unifacial (unifacial unipolar) strategies, and between bifacial multipolar centripetal and multifacial multipolar cores (see supplementary Table S2). Although the slopes are very similar in the regression lines of the four reduction strategies (Fig. 7b), their intercepts are different. This indicates that throughout the reduction sequence the VRM behaves similarly in each of the four reduction strategies.

Although there is a tendency towards underestimation in the case of unifacial unipolar cores, when comparing each type of reduction strategy individually there were no statistically significant differences between the estimated and real percentages of reduction, either in the mean or in the distribution of the values (see Table 3). Thus, Pearson's r values and the coefficient of determination (r^2) are high for all the types of core reduction, and are slightly lower in the case of multifacial multipolar cores. This indicates that the type of reduction strategy does not affect the estimations obtained with the VRM.

It should be noted that in five cases there was a deviation above $\pm 16\%$ of the remaining volume percentage with respect to the original. One of these cases was a broken handaxe, which accounts for its high deviation. The other four cases were in multifacial multipolar cores. Therefore, we have confirmed that less systematic reduction strategies may produce a greater deviation in the estimates. Regardless, even within multifacial multipolar cores, this high deviation only affects 25% of them.

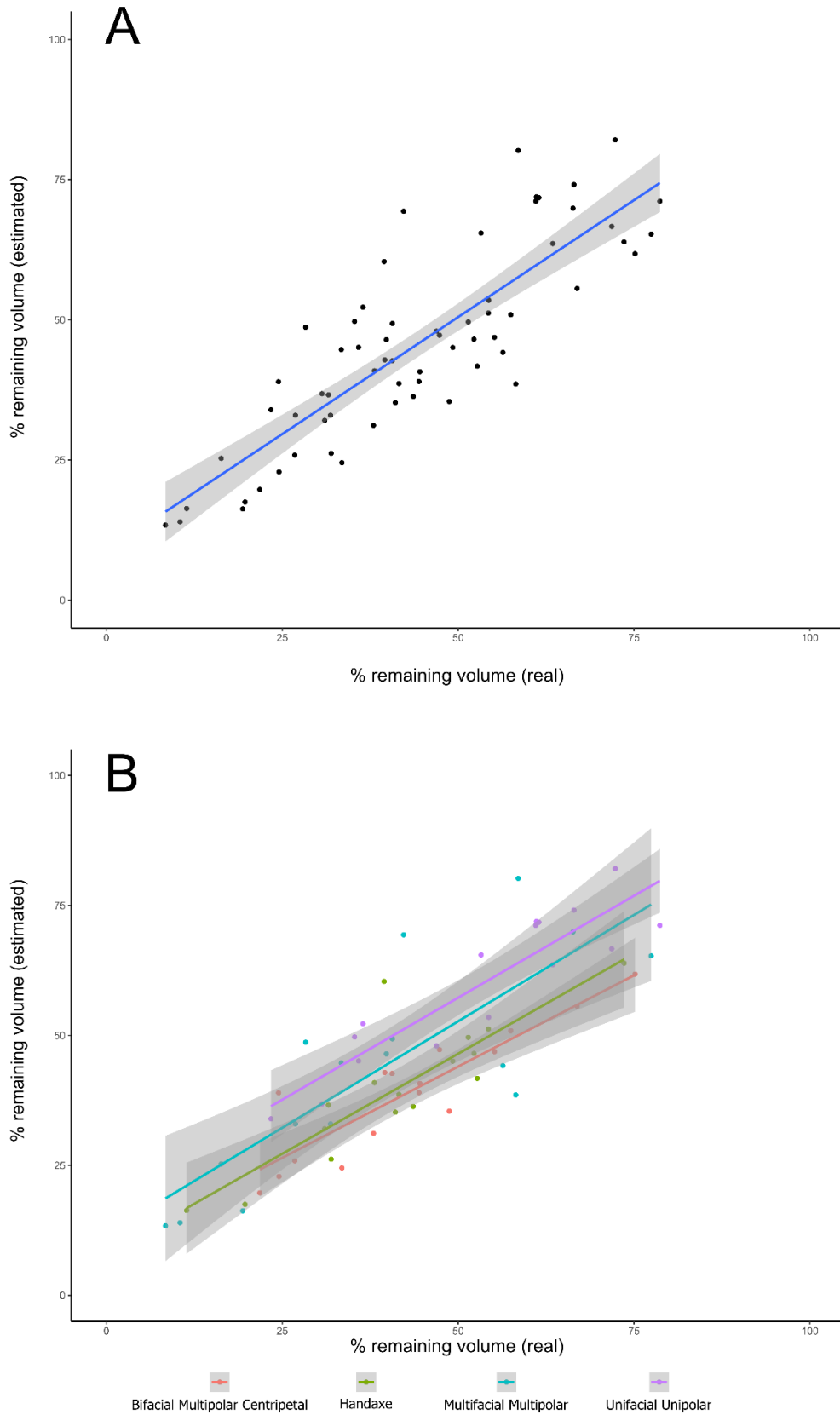


Figure 7. Correlation plot A) showing the relationship between real and estimated percentages of volume; B) Showing the relationship between real and estimated percentages of volume by reduction strategy.

	STUDENT'S T-TEST (P)	K-S TEST (P)	PEARSON (R)	PEARSON (P)	COEF. DET. (R ²)
ALL REDUCTION STRATEGIES	0.83	0.84	0.85	6.01 e-19	0.72
BIFACIAL MULTIPOLAR CENTRIPETAL	0.42	0.95	0.89	2.95 e-06	0.80
HANDAXE	0.75	0.95	0.85	2.05 e-05	0.73
MULTIFACIAL MULTIPOLAR	0.51	0.71	0.81	1.26 e-04	0.66
UNIFACIAL UNIPOLAR	0.24	0.42	0.91	9.35 e-07	0.82

Table 3. Results for each group of reduction strategies when comparing the real and estimated percentages of remaining volume

To assess whether the size of the blanks can affect the reconstructions performed with the VRM, we compared the relationship between the final volume of the core and the original volume estimated through the VRM. Thus, we obtained a Pearson correlation ($r = 0.74$, $r^2 = 0.55$, $p = 1.87 \text{ e-}12$) very similar to the correlation between the volume of the final core and the original volume of each blank ($r = 0.66$, $r^2 = 0.44$, $p = 1.58 \text{ e-}09$). This indicates that the estimation of the original sizes by means of the VRM is not affected by the final size of the cores. Furthermore, a t-test comparing the regression function of both regression lines shows that there are not statistical differences between both (Student's t-test (p) = 0.72).

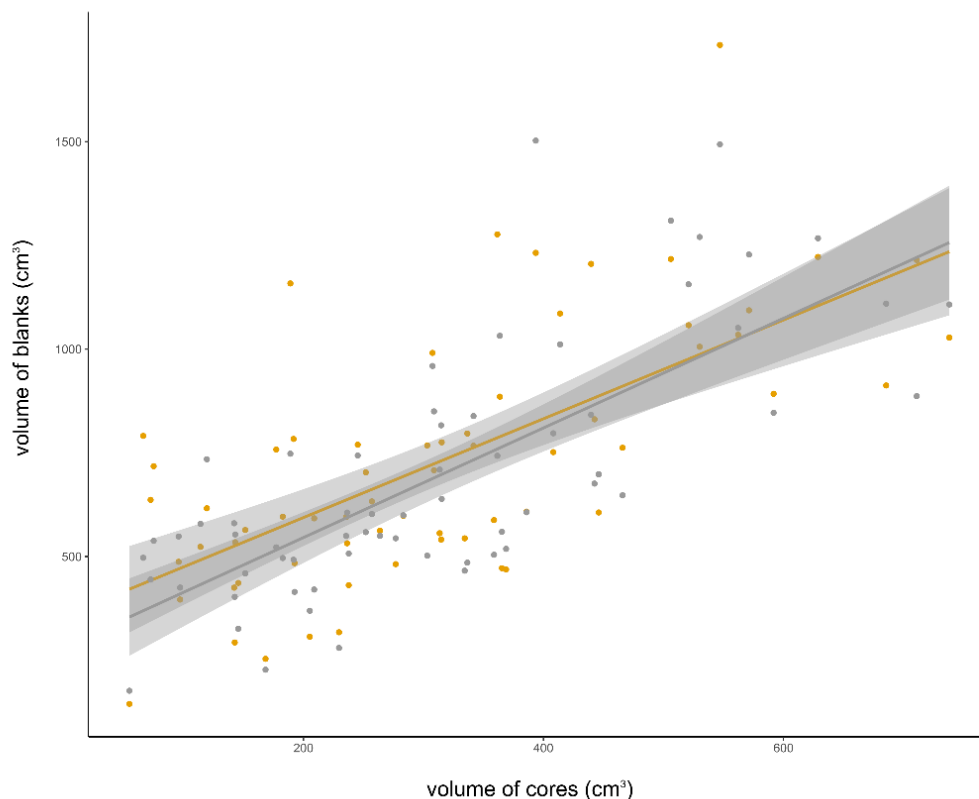


Figure 8. Correlation plot showing the relationship between the final volume of cores and the real and estimated volumes of the original blanks.

3.3 Resampling (randomly biased record)

As mentioned above, to observe how the VRM is affected in cases of biased archaeological assemblages, we performed 1000 random simulations by resampling 20% of the flakes from the experimental assemblage. We calculated the difference between the remaining volume percentage of each core obtained from the entire assemblage and the remaining volume percentage of each core obtained in each of the 1000 random biased resamples.

The results of the 1000 resamplings show a mean absolute difference of -2.20 ± 0.67 with respect to the estimated remaining volume percentage of the cores using the entire assemblage, where the maximal differences range between -6.04% and $+0.15\%$ (Fig. 9). This indicates a low incidence of the correction factors—that is, the mean of the flake thickness and platform thickness—in randomly (non-size) biased assemblages.

3.4 Resampling (size-bias)

In the case of SFS resampling, there is an average overestimation of the remaining volume percentage of 9.93 ± 2.36 , compared with the unbiased sample, with deviations ranging from 3.90% to 13.88% of the remaining volume. When we analyzed the LFS resampling, there was an average underestimation of $-11.36 \pm 2.23\%$ of the remaining volume, ranging between -15.85% and -5.92% .

Although these differences are considerable, it should be noted that the correction factors for both subsets have very different values and represent extreme cases of a partial, biased record. Thus, 1) for 100% of the flakes median flake thickness is 11 mm, and median platform thickness is 10 mm; 2) with 20% of smaller flakes, the median thickness and platform thickness is 6 mm; and finally, 3) with 20% of the largest flakes, the medians are 21 mm and 17 mm, respectively, which is more than three times the values of the small ones.

This implies that although clear differences exist in the estimation of the reduction degree in cases of large differences in the flakes' thicknesses, they are not as marked as we expected *a priori*. In addition, when comparing two archaeological assemblages, we must consider the different values of the correction factors for each archaeological assemblage, and qualitatively assess whether the differences in the values of the degree of reduction obtained are due to the size of the flakes or to any processes (natural or cultural) that may have resulted in a dimensional selection of the flakes in the archaeological site.

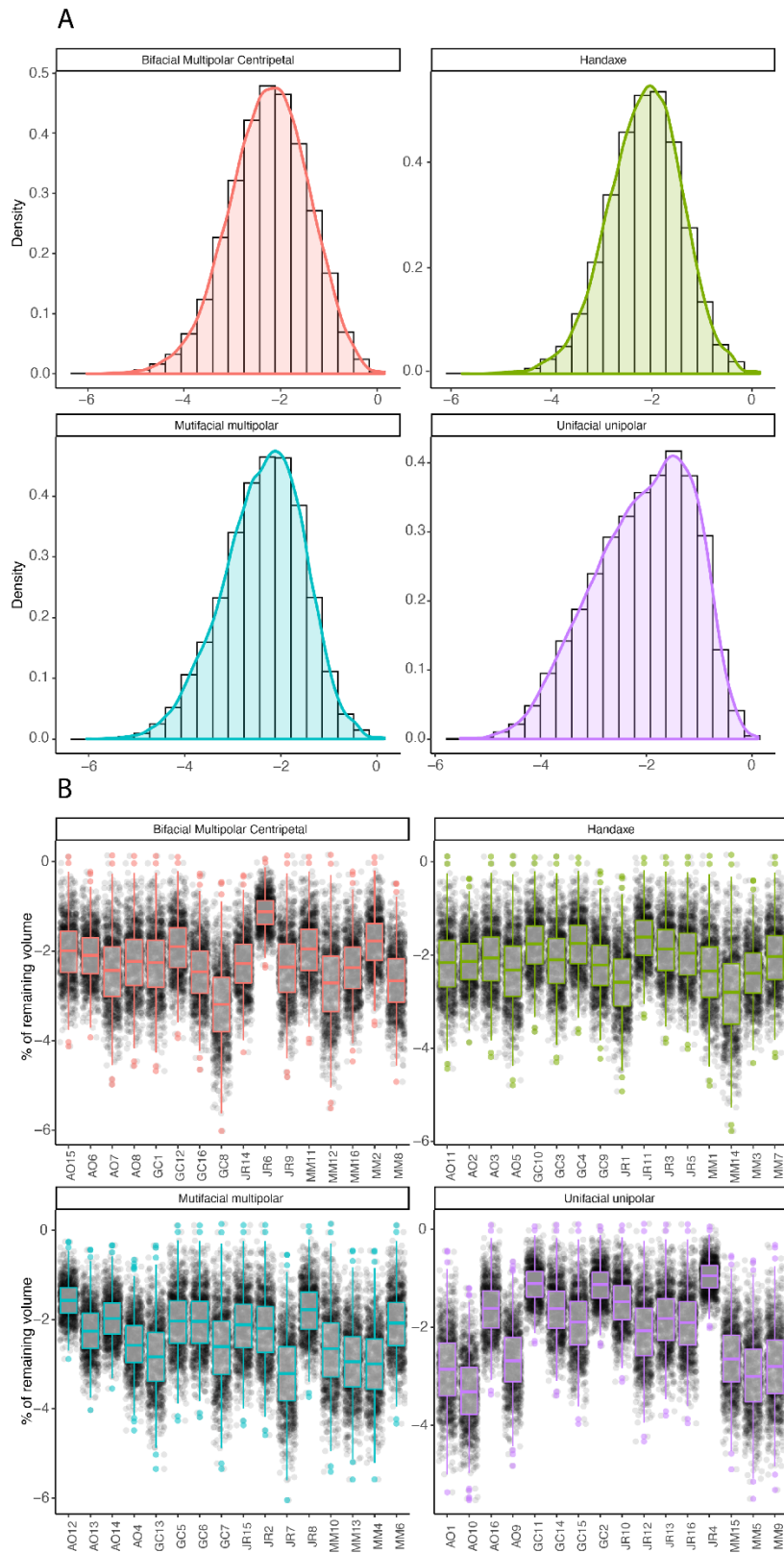


Figure 9. A) Histogram showing the distribution error for 1000 resamples (Percentage of remaining Volume (100% of flakes) - Percentage of remaining Volume (20% of flakes)) for each reduction strategy. B) Boxplot and Jitter plot showing the distribution error for the 1000 resamples (Percentage of remaining Volume (100% of flakes) - Percentage of remaining Volume (20% of flakes)) for each core.

3.5 Measuring the effect of number of generations

In scenario A (+1 generation in each core's dimensions) underestimates the original results in a $-12.07\% \pm 4.99\%$ of the remaining volume. In scenario B (+2 generations in each core's dimensions) the underestimation increases to an average of $-20.05\% \pm 8.09$.

In scenario C (-1 generations in each core's dimensions), overestimates the remaining volume in $8.98\% \pm 4.36\%$, increasing to $17.96\% \pm 7.24\%$ in scenario D (-2 generations in each core's dimensions).

Last, in scenario E (+1 generation just in one of each core's three dimensions) we observe an average underestimation of $-2.92\% \pm 1.41\%$ with a maximum deviation of -6.63% and a minimum deviation of -1% . On the contrary, scenario F (-1 generations just in one of each core's three dimensions) produced an average overestimation of $2.54\% \pm 1.66\%$, with a maximum deviation of 7.90% .

Therefore, the increase or decrease in the identification of the generations of removals in each core determines the estimation of the percentage of the remaining volume obtained through the VRM. Logically, in those scenarios where big increases or decreases are produced (A, B, C and D), the results show significant variation in comparison with the result obtained without subsequent modifications. Despite these differences, it is necessary to point out that these scenarios simulate a considerable error (an increment of six generations in total for each one of the cores) and, the same way that happened with the large variation in the flake's thicknesses, these differences are not as remarkable as we expected.

On the contrary, scenarios E and F simulate more realistic changes that may occur by inter-observer variability. These scenarios show how the increase or decrease of identified generations in just one dimension for each core causes a descent or increase of the percentage of remaining volume of approximately 2%, which does not generate statistically significant differences between them and the obtained result without modifications (Student's t-test (p) = 0.32, Student's t-test (p) = 0.41, respectively).

4.1.2.4 4 Discussion and Conclusions

Hiscock and Tabrett (2010) proposed a set of seven characteristics that a reduction index should have in order to be universally applicable. Although these characteristics were formerly oriented to methodologies and indexes for retouched tools, it is also possible to apply them to cores as well. These characteristics are: (1) High inferential capacity; (2) Unidirectional relationship between index and reduction; (3) Utility—that is, the index must be useful along the reduction process; (4) Sensitivity to small variations in the degree of reduction; (5) Versatility in its adaptability to differentiate patterns of retouching (in the case of cores, to

different reduction strategies); (6) Capacity to operate with varied blanks; and (7) Scale independence.

To measure the inferential capacity of the methods for estimating lithic reduction, researchers have often used the Pearson (r) and the coefficient of determination (r^2) to evaluate the relationship between these parameters and the amount of volume removed. In this sense, the VRM has fairly strong inferential power (characteristic 1), as shown by the values of the coefficient of determination, very close to the boundary of 0.8 established as very strong by Hiscock and Tabrett (2010).

These statistical tests are useful because they measure the strength of the response of a dependent variable (the estimated index of reduction). However, when there are changes in the independent variable (the degree of reduction), the exclusive use of the coefficient of determination for evaluating the inferential capacity of one method has several risks: though extreme values may cause higher linear correlations, some biases may be hidden in the form of under- or overestimation under a high coefficient of determination. Therefore, it is necessary to compare slopes and intercepts of the regressions to improve the accuracy of each reduction index.

For these reasons, we have not only used the Pearson and coefficient of determination, but also compared the central trends and the distributions of both the estimated and real values, and note that there are no statistically significant differences between them. In addition, the fact that VRM provides reduction values as a percentage of the volume removed confirms that this method and the formula of the ellipsoid volume can be used to obtain non-biased and accurate values.

Indirectly, these correlation values indicate that the VRM is unidirectional in nature (characteristic 2), since the more the degree of reduction increases, the more the percentage of estimated removed volume increases as well. This has been confirmed through a non-sequential and non-directed knapping experiment, in which random variability of reduction degrees has been generated. Therefore, a sequential experiment could be a means by which this unidirectional characteristic can be verified.

Likewise, the VRM can be used to accurately estimate reduction intensity throughout the reduction process, rather than in only some initial and final stages (characteristic 3). Cores produced in our experiment show different degrees/percentages of reduction, and results obtained with the VRM are remarkably similar to the real ones, independent of reduction stage. The results show a slight tendency to underestimate the percentage of reduction in the most exhausted cores, but there are not statistically significant differences in the errors among the different reduction intervals.

Furthermore, using the VRM, a single removal on the surface of the core will be detected in the percentage of estimated remaining or removed volume, because the core dimensions are corrected according to the position and sequencing of scars. Simulating changes on the identification of removals show how slight modifications due to inter-observer errors (creates an average variation of ~2% of remaining volume. This confirms the sensitivity of VRM when it comes to detecting small modifications that may be produced through reduction intensity (characteristic 4).

In this sense, one advantage of using 3D models is that measurements are generated automatically and are therefore more reliable than ones made by hand (Dibble and Bernard 1980; Morales et al. 2015). However, when applying VRM, it is important to quantify the scars and the generations of removals on the same axis where the maximum length, width, and thickness have been measured, in order to make the appropriate corrections.

Nevertheless, to evaluate these two last characteristics it is essential to consider the overlapping effect of removals, because it may cause under-estimation on the reconstructions under certain circumstances. This mainly occurs in cores which have been extremely reduced by means of unifacial strategies, opening the door for results of estimated reduction being lower than the real ones at these final stages of knapping (Lombao et al., 2019).

Despite the slight differences in the operation of the VRM depending on knapping strategies, the method adapts well to each core's characteristics, which allows reduction intensity to be estimated over a wide range of knapping strategies (unifacial, bifacial, and multifacial strategies) with sufficient accuracy. The estimations of percentage of the volume removed obtained through different knapping strategies are statistically similar to the real ones, which supports the versatility of the method (characteristic 5). Furthermore, the application of VRM can be extended to estimate the reduction intensity in some types of tools, such as handaxes made on cobbles. It is likely to correctly estimate reduction intensity in other tools, such as choppers and chopping tools, due to their similarity to some of the reduction strategies tested in our experiment.

Our results show that the VRM reliably estimates the sizes of initial blanks, regardless of the shape and/or size of the original cobble (characteristic 6). Unlike other methods, the VRM is not affected by the size of the original blank (Lombao et al., 2019), meaning assemblages with different initial dimensions can be compared.

The VRM has not been tested yet in non-fluvial blanks (e.g. flint nodules) and cores on flakes, so experiments checking its reliability in these types of blanks should be carried out in the future. However, in many cases, flint nodules also present ellipsoid shapes, such as kidney-shaped flints. Furthermore, other studies point to the ellipsoid as the geometric shape that

better predicts the cortical surface of flint nodules (Douglass et al., 2008; Lin et al., 2010), so, presumably, the VRM should also fit in these cases. In addition, an advantage of this method is that it is possible to adapt the geometric formula to obtain the shape's volume that better fits the blank format. For example, if we know that the available formats in an archaeological site are tabular blanks, then we can choose other formulas, such as those for a cube or a prism, in order to obtain more accurate estimations of the original sizes of the archaeological cores. In this sense, instead of the type of raw material used, the main obstacle to the archaeological application of the VRM would appear in those cases where we cannot know the shape of the original blanks due to their high morphological variability, such as irregular flint blocks.

Regarding scale-independence (characteristic 7), the VRM can be used to quantify the reduction degree both in absolute and relative terms, since it is possible to estimate the amount of material removed (in mm³ or grams, for example), as well as both the percentage of removed and remaining material. This can be used to compare different assemblages and/or cores regardless of their size, using as a reference the degree of reduction in terms of percentage of the removed/remaining volume. It can also be used to obtain information on size selection strategies for the initial blanks of the cores found in an archaeological site, and can help elucidate relevant prehistoric matters, such as the role of raw material size in 1) lithic assemblage variability, 2) reduction intensity, and 3) raw material transport (Andrefsky, 2008; Ditchfield, 2016a). In addition, the VRM may be used to complement the analysis of the cortical ratio (Dibble et al. 2005), as it is possible to estimate the amount of material (in mass and volume) that should remain in a complete assemblage and check whether it corresponds to the mass or volume remaining in the archaeological assemblage.

Furthermore, random resamplings prove that it is not necessary to have a complete record to estimate the VRM; it is possible to use this method in archaeological sites excavated in extension, or excavated in pits and trenches. However, we must highlight some limitations of the method: for example, resamplings with the 20% largest flakes and the 20% smallest flakes proved that the VRM is sensitive to extreme changes in flake size. Therefore, in order to compare two archaeological assemblages, we must assess whether there is or not a pattern of selection/differential preservation of the flakes; however, this pattern would need to be extreme to markedly affect the results.

In addition, it is frequent that archaeological contexts are formed by the accumulation different occupations and/or episodes of transport of raw material, thus not all the flakes of the assemblage would match with the cores. Even though we have not performed tests on how the VRM would be affected by the presence of "intrusive" flakes in the experimental assemblage, the resampling results for the flakes show that the presence of these type of items coming from

different reduction sequences would just affect the results if their size is radically different from the rest of the flakes of the assemblage. In this case, the influence of these outliers can be limited by using the median of the flake's platform thickness and the median of the flake's thickness, instead of the mean.

Likewise, it is necessary to test the efficacy of the VRM in more standardized industries (e.g. Levallois, laminar cores), where knapping strategies likely need similar adjustments, and so estimations of remaining percentages will be almost equal. Finally, the applicability of VRM to cores on flakes should be explored with a new experiment designed to evaluate how this method works under these conditions, and to determine whether it is more useful to apply a geometric formula different from the ellipsoid volume to reconstruct the original volume of the flake-blanks.

4.1.2.5 References

Andrefsky, W.J., 2008. *Lithic Technology: Measures of Production, Use and Curation*. Cambridge University Press, Cambridge.

Andrefsky, W.J., 1994. Raw-Material Availability and the Organization of Technology. *Am. Antiq.* 59, 21–34.

Blades, B.S., 2003. End scraper reduction and hunter-gatherer mobility. *Am. Antiq.* 68, 141–156.

Bradbury, A.P., Carr, P.J., 1999. Examining stage and continuum models of flake debris analysis: an experimental approach. *J. Archaeol. Sci.* 26, 105–116.

Braun, D.R., Tactikos, J., Ferraro, J. V., Harris, J.W.K., 2006. Archaeological inference and Oldowan behavior. *J. Hum. Evol.* 51, 106–108. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2006.04.002>

Bustos-Pérez, G., Baena, J., 2019. Exploring volume lost in retouched artifacts using height of retouch and length of retouched edge. *J. Archaeol. Sci. Reports* 27, 101922. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.101922>

Carr, P.J., Bradbury, A.P., 2011. Learning from lithics: A perspective on the foundation and future of the organisation of technology. *PaleoAnthropology* 305–319. <https://doi.org/10.4207/PA.2011.ART61>

Clarkson, C., 2013. Measuring core reduction using 3D flake scar density: a test case of changing core reduction at Klasies River Mouth, South Africa. *J. Archaeol. Sci.* 40, 4348–4357. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.06.007>

Clarkson, C., 2002. An Index of Invasiveness for the Measurement of Unifacial and Bifacial Retouch: A Theoretical, Experimental and Archaeological Verification. *J. Archaeol. Sci.* 29, 65–75. <https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0702>

Clarkson, C., Hiscock, P., 2011. Estimating original flake mass from 3D scans of platform area. *J. Archaeol. Sci.* 38, 1062–1068. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.12.001>

Dibble, H.L., Bernard, M.C., 1980. A comparative study of basic edge angle measurement techniques. *Am. Antiq.* 45, 857–865.

Dibble, H.L., Rezek, Z., 2009. Introducing a new experimental design for controlled studies of flake formation: results for exterior platform angle, platform depth, angle of blow, velocity, and force. *J. Archaeol. Sci.* 36, 1945–1954. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.05.004>

Dibble, H.L., Schurmans, U.A., Iovita, R.P., McLaughlin, M.V., 2005. The measurement and interpretation of cortex in lithic assemblages. *Am. Antiq.* 70, 545–560.

Ditchfield, K., 2016a. An experimental approach to distinguishing different stone artefact transport patterns from debitage assemblages. *J. Archaeol. Sci.* 65, 44–56.

Ditchfield, K., 2016b. The influence of raw material size on stone artefact assemblage formation: An example from Bone Cave, south-western Tasmania. *Quat. Int.* <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.03.013>

Ditchfield, K., Holdaway, S.J., Allen, M.S., McAlister, A., 2014. Measuring stone artefact transport: the experimental demonstration and pilot application of a new method to a prehistoric adze workshop, southern Cook Islands. *J. Archaeol. Sci.* 50, 512–523.

Douglass, M.J., Holdaway, S.J., Fanning, P.C., Shiner, J.I., 2008. An Assessment and Archaeological Application of Cortex Measurement in Lithic Assemblages. *Am. Antiq.* 73, 513–526.

Douglass, M.J., Lin, S.C., Braun, D.R., Plummer, T.W., 2018. Core Use-Life Distributions in Lithic Assemblages as a Means for Reconstructing Behavioral Patterns. *J. Archaeol. Method Theory* 25, 254–288. <https://doi.org/10.1007/s10816-017-9334-22>

Eren, M.I., Domínguez-Rodrigo, M., Kuhn, S.L., Adler, D.S., Le, I., Bar-Yosef, O., 2005. Defining and measuring reduction in unifacial stone tools. *J. Archaeol. Sci.* 32, 1190–1201. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.03.003>

Hiscock, P., Tabrett, A., 2010. Generalization, inference and the quantification of lithic reduction. *World Archaeol.* 42, 545–561. <https://doi.org/10.1080/00438243.2010.517669>

Holdaway, S.J., Shiner, J.I., Fanning, P.C., 2008. Assemblage formation as a result of raw material acquisition in western New South Wales, Australia. *Lithic Technol.* 23, 1–16.

Iovita, R., 2011. Shape Variation in Aterian Tanged Tools and the Origins of Projectile Technology: A Morphometric Perspective on Stone Tool Function. *PLoS One* 6, e2029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029029>

Kuhn, S.L., 1990. A Geometric Index of Reduction for Unifacial Stone Tools. *J. Archaeol. Sci.* 17, 583–593.

Leroi-Gourhan, A., 1993. *Gesture and Speech*. MIT Press, Cambridge.

Li, H., Kuman, K., Li, C., 2015. Quantifying the Reduction Intensity of Handaxes with 3D Technology: A Pilot Study on Handaxes in the Danjiangkou Reservoir Region, Central China. *PLoS One* 10, e0135613. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135613>

Lin, S.C., Douglass, M.J., Holdaway, S.J., Floyd, B., 2010. The application of 3D laser scanning technology to the assessment of ordinal and mechanical cortex quantification in lithic analysis. *J. Archaeol. Sci.* 37, 694–702. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.10.030>

Lin, S.C., Mcpherron, S.P., Dibble, H.L., 2015. Establishing statistical confidence in Cortex Ratios within and among lithic assemblages: a case study of the Middle Paleolithic of southwestern France. *J. Archaeol. Sci.* 59, 89–109. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.04.004>

Lombao, D., 2019. VRM experiment raw data [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3368659>

Lombao, D., Cueva-Temprana, A., Rabuñal, J.R., Morales, J.I., Mosquera, M., 2019. The effects of blank size and knapping strategy on the estimation of core's reduction intensity. *Archaeol. Anthropol. Sci.* 11, 5445–5461.

Morales, J.I., 2016. Distribution patterns of stone-tool reduction: Establishing frames of reference to approximate occupational features and formation processes in Paleolithic societies. *J. Anthropol. Archaeol.* 41, 231–245. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.01.004>

Morales, J.I., Lorenzo, C., Vergès, J.M., 2015. Measuring Retouch Intensity in Lithic Tools: A New Proposal Using 3D Scan Data. *J. Archaeol. Method Theory* 22, 543–558. <https://doi.org/10.1007/s10816-013-9189-0>

Muller, A., Clarkson, C., 2014. Estimating original flake mass on blades using 3D platform area: problems and prospects. *J. Archaeol. Sci.* 52, 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.08.025>

Muller, A., Clarkson, C., Baird, D., Fairbairn, A., 2018. Reduction intensity of backed blades: Blank consumption, regularity and efficiency at the early Neolithic site of Boncuklu, Turkey. *J. Archaeol. Sci. Reports* 21, 721–732. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.08.042>

Nelson, M.C., 1991. The study of technological organization. *Archaeol. Method Theory* 3, 57–100.

Odell, G.H., 2001. Stone Tool Research at the End of the Millennium: Classification, Function, and Behaviour. *J. Archaeol. Res.* 9, 45–100.

Phillipps, R.S., Holdaway, S.J., 2016. Estimating Core Number in Assemblages: Core Movement and Mobility During the Holocene of the Fayum, Egypt. *J. Archaeol. Method Theory* 23, 520–540. <https://doi.org/10.1007/s10816-015-9250-2>

R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing 3.

Rolland, N., Dibble, H.L., 1990. A new synthesis of Middle Palaeolithic variability. *Am. Antiq.* 55, 480–499.

Schiffer, M.B., 1987. Formation Processes of the Archaeological Record. University of New Mexico Press, Albuquerque.

Sellet, F., 1993. Chaîne Opératoire: the Concept and its Applications. *Lithic Technol.* 18, 106–112.

Shipton, C., 2011. Taphonomy and behaviour at the Acheulean site of Kariandusi, Kenya. *African Archaeol. Rev.* 28, 141–155.

Shott, M.J., 2003. Chaîne Opératoire and reduction sequence. *Lithic Technol.* 28, 95–105.

Shott, M.J., 2002. Weibull Estimation on Use Life Distribution in Experimental Spear-Point Data. *Lithic Technol.* 27, 93–109. <https://doi.org/10.1080/01977261.2002.11720993>

- Shott, M.J., 1996. An exegesis of the curation concept. *J. Anthropol. Res.* 52, 259–280.
- Shott, M.J., Bradbury, A.P., Carr, P.J., Odell, G.H., 2000. Flake size from platform attributes: predictive and empirical approaches. *J. Archaeol. Sci.* 27, 877–894.
- Shott, M.J., Seeman, M.F., 2015. Curation and recycling: estimating Paleoindian endscraper curation rates at Nobles Pond, Ohio, USA. *Quat. Int.* 361, 319–331.
- Shott, M.J., Sillitoe, P., 2005. Use life and curation in New Guinea experimental used flakes. *J. Archaeol. Sci.* 32, 653–663. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.11.012>
- Shott, M.J., Sillitoe, P., 2004. Use-life distributions in archaeology using New Guinea Wola ethnographic data. *Am. Antiq.* 69, 339–355.
- Shott, M.J., Weedman, K.J., 2007. Measuring reduction in stone tools: an ethnoarchaeological study of Gamo hiderscrapers from Ethiopia. *J. Archaeol. Sci.* 34, 1016–1035.

4.2 Arqueológicos

4.2.1 The technological behaviours of *Homo antecessor*: core management and reduction intensity at Gran Dolina-TD6.2 (Atapuerca, Spain)

Lombao, D., Rabuñal, J.R., Morales, J.I., Ollé, A., Carbonell, E., Mosquera, M., 2021. The technological behaviours of *Homo antecessor*: core management and reduction intensity at Gran Dolina-TD6.2 (Atapuerca, Spain). (Preprint)

4.2.1.1 Introduction

The technological variability of Mode 1 lithic assemblages and their significance in terms of behaviour and/or cognitive abilities has been subject of the scientific debate for decades, focussing mainly on the hominins' skills to overcome raw material constrictions. Some authors have argued that much technological variability may actually be the direct consequence of raw material constraints (Isaac and Harris, 1997; Toth, 1985). From this perspective, hominins would have found their knapping limited by the properties of the raw materials and, therefore, the characteristics of these Mode 1 assemblages would have been determined by raw material features such as size, shape, quality, and workability.

Other authors point out that early hominins were not merely opportunistic stone gatherers (Harmand, 2009), and that both intra- and inter-assemblage variability can be attributed to behavioural patterns deriving from technological and economic decisions, starting with the raw material selection process. Despite accepting that external natural factors such as availability, abundance, or proximity may be influential, it is argued that raw material selection is also governed by knowledge of the qualities of the different rocks and their suitability for knapping. This selection pattern could, therefore, indicate well-developed anticipatory planning and a detailed understanding of fracture mechanics (Braun et al., 2006). Selection patterns linked to raw material properties have been documented as early as 2.6 Ma, at sites such as Kanjera South (Braun et al., 2009a, 2009b; Plummer, 2004; Stout et al., 2005).

This debate involves not only raw material selection, but also the variability of reduction strategies. Some authors have suggested that the morphological variability of the abandoned cores does not correspond to disparate technical-stylistic schemes or different forms of volumetric management, but that they are in fact by-products of the flake production dynamics (Toth, 1985). However, most studies do agree that a certain level of technological complexity is demonstrated during Mode 1, implying that early toolmakers would have had the manual precision and technical skills required to adapt and overcome the challenges of the raw

materials available to them (de la Torre, 2004; de la Torre and Mora, 2018; Delagnes and Roche, 2005; Semaw, 2000).

The study of core reduction strategies is a fundamental area of research in palaeolithic studies since it allows inferences to be drawn about the technological behaviour and cognitive capacities of tool-making hominins. However, any lithic assemblage comprises a group of individual elements that were involved in a dynamic transformation process driven by the morpho-volumetric changes resulting from use and re-use, rejuvenation or breakage at the time they became part of the archaeological record (Marwick, 2008). In this way, archaeological stone tools represent specific moments in a continuous sequence of reduction (Shott, 2003), and some of the visible attributes are closely related to their life history (Schiffer, 1987) and degree of curation (Shott, 1996, 1989). The archaeological record is the static material manifestation of dynamic behavioural and geomorphological processes (Binford, 1980, 1979; Schiffer, 1987, 1975); for this reason, different reduction intensities may illustrate varying behavioural responses to the conditions of lithic production (Marwick, 2008), including raw material availability and proximity, tool function, duration of occupational events, and other aspects. Thus, the distribution of the different reduction intensities within an assemblage may provide information about planning, land use, transport, settlement patterns, and subsistence strategies (Andrefsky, 1994; Kuhn, 1991; Nelson, 1991; Schiffer, 1975; Shott, 1989; Shott and Sillitoe, 2004; Varien and Potter, 1997).

Reduction intensity also has implications beyond the rate of artefact accumulation (Schiffer, 1987), for example, the morphological variability of tools (Dibble, 1987, 1995c; Jelinek, 1976; Morales et al., 2015b), cores (Dibble, 1995a) and core tools (McPherron, 1999). Each core recovered in the archaeological record presents a set of technical features corresponding to the moment in the reduction continuum in which it was discarded. Varying the discarding time could result in the manifestation of a different set of features which could lead to infer a different exploitation system (Guilbaud, 1995). For these reasons, reduction intensity and its distribution in the assemblage may significantly affect the presence of individual 'core types' within an assemblage.

There is scant research on the distribution patterns of reduction intensity in core assemblages, (Douglass et al., 2018), especially compared to the abundant literature on retouched tools (i.e. Morales, 2016; Shott, 2002; Shott and Seaman, 2015; Shott and Sillitoe, 2005, 2004). Moreover, the relationship between reduction intensity and reduction strategies can provide much more information about technological behaviours than the simple classification of the different knapping strategies or methods. Classificatory approaches are necessary to the extent that we inherently need some kind of sorting and discretisation, although this approach often

results in watertight compartmentalisations in which each reduction strategy identified is argued to correspond to a predefined and independent mental template. These templates, however, are strongly dependent on external factors, such as raw material constraints, so strategy changes can take place during a single knapping sequence, meaning, therefore, that *a priori* independent knapping strategies can actually be closely related to one another (Guilbaud, 1995). For these reasons, this variability in reduction strategies cannot be fully understood without 1) considering the specific moment in the reduction sequence represented by each core and 2) its relationship with the rest of the cores in the assemblage.

To approximate the first aspect, it is necessary to quantify the reduction intensity of each core and understand the volume removed during the knapping process. By doing this, it may be possible to quantitatively define the precise moment during the reduction continuum represented by each core and the associated technical features. With regard to the second aspect, Guilbaud, (1995) defined the concept of “*champ opératoire*”, or operatory field, which is a conceptual approach to reduction process, based on the premise that knapping sequences do not follow linear independent trajectories with a pre-established objective from the first strike of the core to the last blank detachment. As reduction advances, changes in strategy can result from multiple causes, including morpho-volumetric changes in the cores, raw material heterogeneity, and knapping errors. This perspective has explicitly been applied to European Middle and Upper Palaeolithic contexts (de Lombera-Hermida et al., 2011; García-Catalán et al., 2013; Morales et al., 2013; Rabuñal, 2016; Vaquero, 2011, 1999) and is a useful tool for analysing the interrelationships of the different knapping strategies in older chronologies.

For these reasons, the aim of this work is to analyse the variability in technological behaviour of *Homo antecessor*, by studying the cores recovered from Lower Palaeolithic subunit TD6.2 of the Gran Dolina site, by combining both technological and reduction intensity approaches. We developed a more holistic approach to the reduction sequence, incorporating raw material selection, to an estimation of the original volume of the blanks, up to an analysis of the reduction strategies and the reduction degree of the discarded cores.

4.2.1.2 *Materials and methods*

Archaeological site

Gran Dolina is a cave site located in the Trinchera del Ferrocarril complex of the Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain), involving a 25 m sedimentary sequence in which 12 lithostratigraphic units have been identified (TD1-TD11 from bottom to top)(Campaña et al., 2016a; Gil et al., 1987; Parés et al., 2018; Parés and Pérez-González, 1999; Pérez-González et al., 2001).

To date, there have been two phases of excavation in Unit TD6: between 1994 and 1997, in an area of around 8 m² through a test pit in the southern area of the site; and from 2003 to 2011, in an area of 13 m² in the western and central areas of the Gran Dolina section. These ca. 20m² of discontinuous extension have provided more than 9000 faunal remains, 170 human remains attributed to *Homo antecessor*, and 1046 lithic remains, among others (Allué et al., 2015; Mosquera et al., 2018; Saladié et al., 2014, 2011).

Consistent magnetostratigraphic (Parés and Pérez-González, 1999, 1995) and US-ESR (Duval et al., 2012; Falguères et al., 1999) dating places the formation of TD6 below the Brunhes-Matuyama boundary with a numerical estimation older than 780 ka, while thermoluminescence (Berger et al., 2008) and direct ESR on human remains (Duval et al., 2018) have provided ranges of 960 ± 120 ka and 772-949 ka, respectively. Unit TD6 is a three-metre-thick sedimentary formation divided into three subunits, from bottom to top: TD6.3, TD6.2 and TD6.1, being TD6.2 the richest archaeo-palaeontological subunit.

More than 800 lithic pieces, including 50 cores and over 6000 faunal remains have been recovered from subunit TD6.2, in addition to 165 human remains attributed to *Homo antecessor* (Bermúdez de Castro et al., 1999, 1997; Carbonell et al., 2005). Multidisciplinary works point at TD6.2 as a residential camp (Carbonell et al., 1999; Díez et al., 1999; Mosquera et al., 2018; Saladié et al., 2021, 2014, 2011), where complex behavioural dynamics has been documented, from the identification of cannibalistic practices to the hunting and selective transport of large ungulates, food sharing and social cooperation (Fernández-Jalvo et al., 1996; Saladié et al., 2014, 2011).

Recently, a study based on the sedimentology of the site has proposed that the archaeological remains would be in a secondary position, as they would accumulate in the cave by geological processes related to a channel and debris flows (Campaña et al., 2016b), which certainly may question some of the behavioural inferences made from this assemblage.

However, previous taphonomic works (Saladié et al., 2014, 2011) suggest that these archaeological remains are not affected by post-depositional processes and that the accumulation of these remains is mainly a product of anthropogenic activity. On the other hand, technological studies (Mosquera et al., 2018) show that the reduction sequences of all raw materials are complete, which, together with the presence of refits, would indicate a primary position of these remains. In addition, more recent studies analysing the anisotropy of magnetic susceptibility (AMS) (Parés et al., 2020) point to a very low-energy hydrodynamic sedimentation regime, with no signs of post-depositional disturbance or massive transport. In addition to these studies, Saladié and colleagues (2021), based on the spatial co-dependence between lithic tools and osteological remains, proposed an undisturbed character or the

remains of TD6.2. In sum, despite the Campaña et al.,(2016b) arguments, the multidisciplinary evidence points to a primary position of the archaeological remains.

In this study, we have followed the internal archaeo-stratigraphic division of TD6.2 proposed by Mosquera and colleagues (2018), which is based on the sedimentary facies described in Campaña and colleagues (2016), and grouping in three archaeo-stratigraphic groups of layers according to the vertical distributions of the remains: TD6.2.4, TD6.2.2-3 and TD6.2.0-1 from base to top (Figure 1).

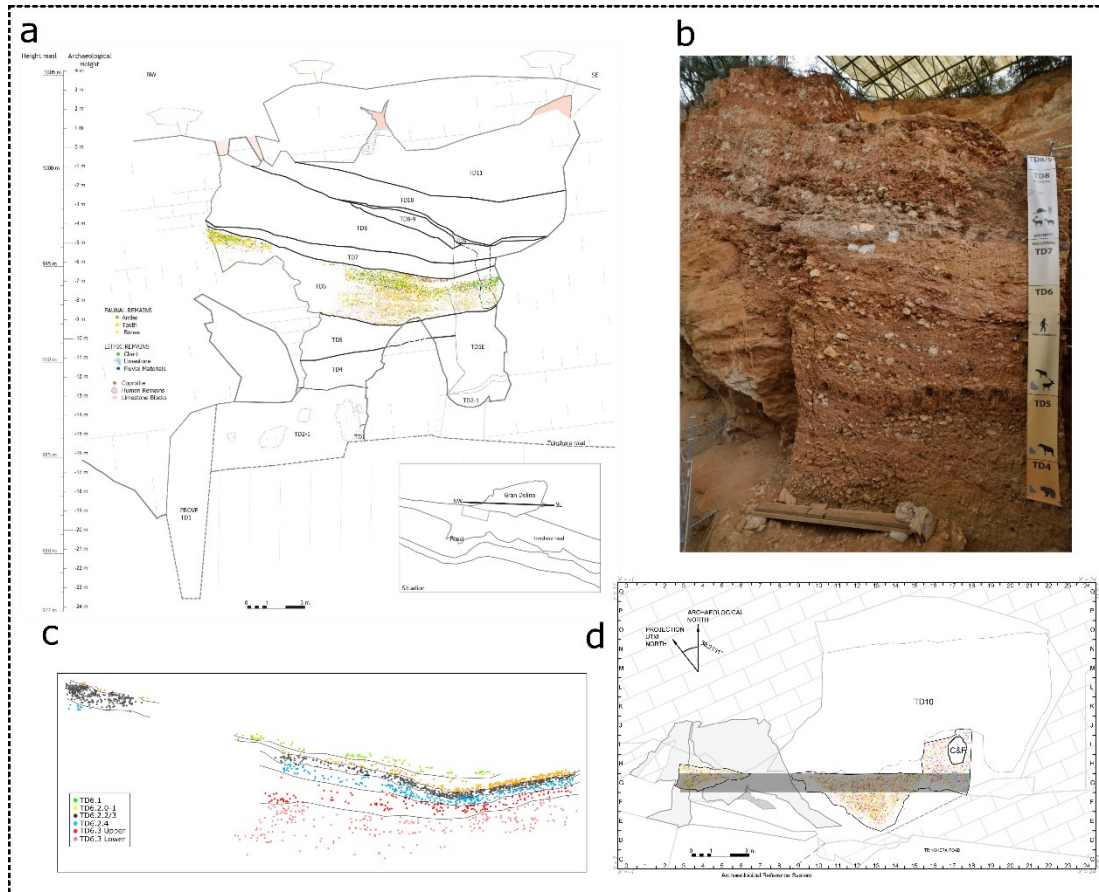


Figure 1: a) Stratigraphic section of Gran Dolina site (R. Pérez) and vertical distribution of the TD6 archaeological remains excavated up to date (M. Mosquera); b) Stratigraphic section (Photo: A. Ollé); c) Vertical distribution of subunits of TD6 in raw G, in the contacts of raw G and H (M. Mosquera); d) Horizontal map of the Gran Dolina site, with the spatial distribution of the TD6 archaeo-paleontological remains excavated to date (the grey zone indicates the section represented in fig 1c)(Modified from Mosquera et al.,2018).

A total of five different lithological groups have been identified for the raw materials: the group generically labelled as sandstone (which, in fact, includes sandstone, metasandstone and schist); the quartzite group (including orthoquartzite, metaquartzite, and quartzarenite); chert (including Neogene and Cretaceous chert); quartz; and limestone. Each of these has different qualities and characteristics, as described in Terradillos-Bernal & Rodríguez-Álvarez (2014). Late Miocene (Neogene) chert is abundant in the surroundings of the Sierra de Atapuerca, appearing as large blocks with textural and quality irregularities. Turonian-Santonian

(Cretaceous) chert appears as two varieties, one comprises blocks that are larger (10-30 cm) but of poorer quality, and the other involves smaller pieces with irregular oval shapes (5-15 cm) that are better quality (Mosquera et al., 2018). Sandstone, quartzite, and quartz, among other lithologies, are present in the Quaternary terraces of the Vena and Arlanzón rivers, 1 km from the sites. Finally, the limestone originates from the karstic Cretaceous substratum of the Sierra de Atapuerca (García-Antón, 2016; Ollé et al., 2013). All the raw materials found in the TD6.2 assemblages are from approximately 1–5 km from Gran Dolina (Carbonell et al., 1999a).

4.2.1.3 *Methods*

Core attributes

For the technological analysis, we based our approach on the Logic Analytical System (Carbonell et al., 1992, 1983; Rodríguez-Álvarez, 2004) complemented with some additional attributes. Following the approach proposed by Vaquero (1997; 2004), the technical analysis of the cores was two-pronged: at a general level, we studied the whole core as an analytical unit, and on an elementary level, we analysed each of the core surfaces individually. Core fragments and any cores that were severely altered were excluded from the analysis.

Different volumetric structures of exploitation (VSE) have been defined according to a series of morpho-technical characteristics, such as the number and relationship of flaking and percussion surfaces, type and length of flaking surfaces, and general polarity (Figure 2). However, the importance of each characteristic in the definition of the VSE varies according to the number of exploitation surfaces. Thus, for unifacial cores, the general polarity hierarchises the division between different VSEs, while for bifacial cores, it is the relationship between the flaking surfaces that most characterises them.

In addition to these parameters, we have considered other quantitative attributes such as the angle between percussion and flaking surfaces, as well as the percentage of non-cortical surface, used elsewhere as a proxy of the reduction degree (Douglass et al., 2018; Li et al., 2015; Lombao et al., 2019). 3D models of the cores have been used to quantify the Scar Pattern Index (SPI), proposed by Clarkson and colleagues (Clarkson et al., 2006), by computing the vectors established by the initial and final coordinates of each removal. SPI values, ranging from 0 to 1, were obtained by dividing the norm of the vector resulting from the addition of all the vectors, by the sum of the norms of all the vectors (Bretzke and Conard, 2012; Clarkson et al., 2006). Values close to 0 mean that the vectors cancel each other out, as in the case of opposite bipolar strategies; while values close to 1 mean that the vectors run parallel to each other, as in longitudinal unipolar strategies.

The 3D models of the cores were acquired using both a Breuckmann SmartScan HE with a 250mm field of view and structure-from-motion techniques following Porter and colleagues workflow (Porter et al., 2016). These models are available for scientific and/or academic purposes at 10.5281/zenodo.4680626 (Lombao et al., 2021a).

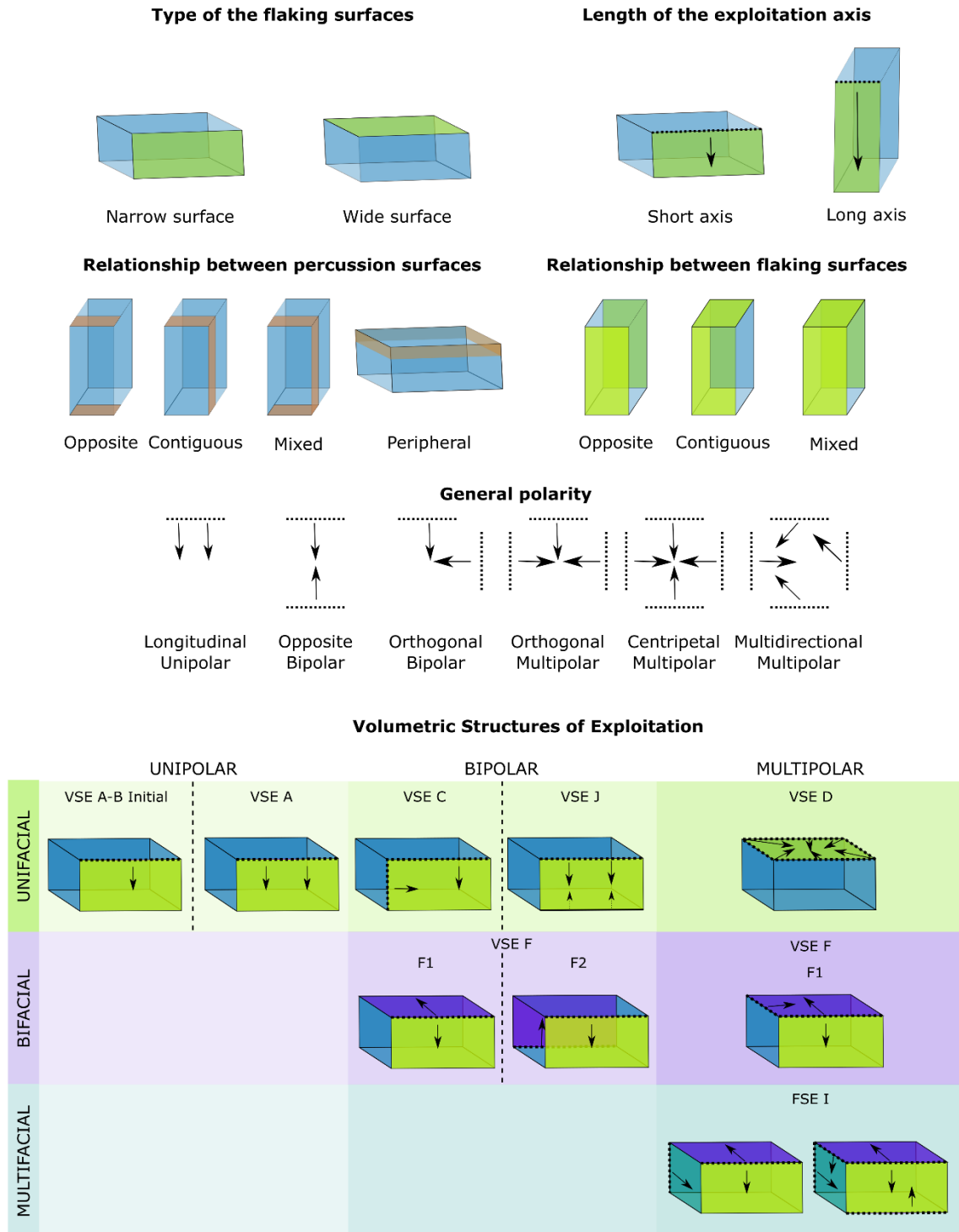


Figure 2. Morpho-technical characters analysed and Volumetric Structures of Exploitation (VSE). Note the absence of B, E, G, H VSE's, these are theoretical models not represented as they are not documented in TD6.2 subunit.

Reduction intensity

Due to the morphological characteristics of the Cretaceous chert nodules as well as the quartzite, sandstone and quartz cobbles, with ellipsoid-like original shapes, we applied the Volumetric Reconstruction Method (VRM) (Lombao et al., 2020) to estimate the original size of the blanks and the core reduction intensity. The Neogene chert is found as large blocks with a great deal of morphological diversity (Ollé et al., 2013), so it was not included in the VRM analysis. The diacritical analysis of the cores was used to estimate the number of flaking generations on the maximum core axes, and to define the number of corrections to be applied to each maximum dimension. When n flaking generations were identified along the maximum length and width, n times the platform thickness mean from the assemblage flakes was added to the dimension. For the maximum thickness, the mean flake thickness was used. The median was used instead of the mean when the distribution of the measured flake thickness or platform thickness was non-parametric. This was calculated independently for each layer and raw material type material (see Supplementary Table S1). Finally, the corrected dimensions of each core were used to compute the ellipsoid volume formula and estimate the original volume of the blanks.

To estimate the reduction intensity, the volume measured through the 3D models of the core was divided by the estimated volume of the original blank and multiplied by 100, to give the percentage of remaining volume. The percentage of extracted volume was obtained by subtracting this value from 100. The original volume in cm^3 was estimated instead of the mass to avoid discordances generated by the different densities of each raw material.

Weibull distributions

The estimated reduction intensities of the cores were interpreted in terms of survivorship prior to abandonment. Weibull distributions are used to model failure in relation to time, generating probability density functions (pdf), so we used them to model the abandonment ratio of the assemblage.

The pdf of a distribution is defined using the shape (β) and scale (α) parameters. Here, α represents the point at which 63.2% of the sample has failed (Dorner, 1999), while β defines the shape of the hazard function of the distribution, so that different values in β produce different slopes on a probability plot. Depending on the β value, Shott (Shott, 2002; Shott and Sillitoe, 2004) defined three general curves: i) Type I ($\beta > 1$) or attritional curves, where the discard ratio increases as reduction advances; ii) Type II ($\beta = 1$) or random curves, where the failure risk is constant over time; and iii) Type III ($\beta < 1$) or early refusal curves, where the failure risks decrease with time.

Statistical analysis

The entire data analysis was carried out using the R software environment (R Core Team, 2013), from the calculation of the VRM to the statistical tests. The Shapiro Wilk (S-W) test was used to assess the normal distribution of the data, and the Kruskal-Wallis (K-W) and Kolmogorov-Smirnov (K-S) methods were employed to compare the central tendencies (medians), core distribution volumes, the estimated volumes of the original blanks, and the estimated percentage of extracted volume. Since the samples are small, we replicated 10.000 test permutations to obtain the permutation-*p* probability value (Hammer and Harper, 2006).

We used the ‘fitdistr’ function from the R MASS package (Venables and Ripley, 2002) to fit the Weibull distributions with the maximum-likelihood fitting. Following the procedures of Douglass & colleagues (2018) procedures, a dummy case with a 100% extracted volume was added prior to fitting the survivorship curves to make the Weibull distributions comparable. All scripts and the steps that were followed are described in the Supplementary Material.

4.2.1.4 Results

Volumetric Structures of Exploitation (VSE)

Through the analysis of the cores and tools on cobble from TD6.2 we have defined seven VSE (see Figure 2). One group (VSE A-B initial) includes the cores in very early stages or without a volumetric structure, and another encompasses the tools on cobble. Fragmented or doubtful cores were not included in the analysis (n=3).

VSE A-B-Initial (n=6): Cores with few isolated removals and, therefore, without a well-defined volumetric structure resulting from testing or the occasional flaking of a blank. Four cases show unipolar longitudinal removals on one surface, one has only two removals, and one presents a sequence of three alternating removals.

VSE A: Unipolar Longitudinal on narrow surface (n=11): The exploitation was focused on a narrow surface and is articulated through a single percussion platform following the same longitudinal axis. The exploitation follows the short axis of the flaking surface, generating short products, and flat wide cortical surfaces were frequently used as percussion platforms (Fig. 3a-d). In Neogene chert, non-cortical surfaces were used as percussion platforms (Fig. 4a). Abrupt and semi-abrupt angles (75-90°) between the exploitation and percussion surfaces predominate. VSE A may present larger perimetral flaking development in advanced reduction stages, leading to a centro-polarised or semi-tournant trend (Fig. 3e).

VSE C: Unifacial Bipolar (n=1): Only one example of VSE C has been documented, on a narrow quartzarenite cobble. The exploitation was developed on a single surface of the core articulated

from two contiguous percussion platforms, leading to an orthogonal bipolar unifacial structure. A narrow face was first exploited longitudinally, following the short axis of the exploitation surface; the core was then rotated, and the same surface was exploited following the long axis (Fig. 3f).

VSE D: Unifacial (or Bifacial) Multipolar Centripetal (n=5): Flakes were removed from platforms extending along the edge of the core without a specific recurrent starting point and oriented towards the centre of the core. In some cases, the exploitation was bifacial, but the centripetal trend is only seen on one face, while on the second face there is only evidence of limited unipolar longitudinal flaking generated either prior to or after the centripetal exploitation (Fig. 4c, e). Two cases are core-on-flakes where the ventral surface was used as a percussion platform. Two cases involve nodules and one is from a cobble.

VSE F: Bifacial bipolar/multipolar exploitation (n=8): Cores with two flaking surfaces, either adjacent or opposite, involving two independent longitudinal unipolar flaking series. Depending on the spatial relationship between the exploitation and percussion surfaces, it was possible to differentiate two variants:

- VSE F1 (n=6): The exploitation was organised around two contiguous surfaces from two percussion platforms that were also contiguous. They therefore have two longitudinal unipolar series on two adjacent faces, generating a generally orthogonal bipolar polarity (Fig.3i). Bifacial cores presenting an orthogonal or opposite bipolar exploitation on one surface and a longitudinal unipolar series on the adjacent face are also included here since two contiguous surfaces were exploited, although with a generally orthogonal multipolar polarity (Figs.3j, 4b). In some cases, an incipient facial hierarchization was observed (Fig. 3i).

- VSE F2 (n=2): Cores with two opposite or contiguous faces exploited in a unipolar longitudinal way from two opposite platforms generating opposite bipolar polarity. The two flaking surfaces are not related to each other and display two independent longitudinal unipolar series (Fig. 3g).

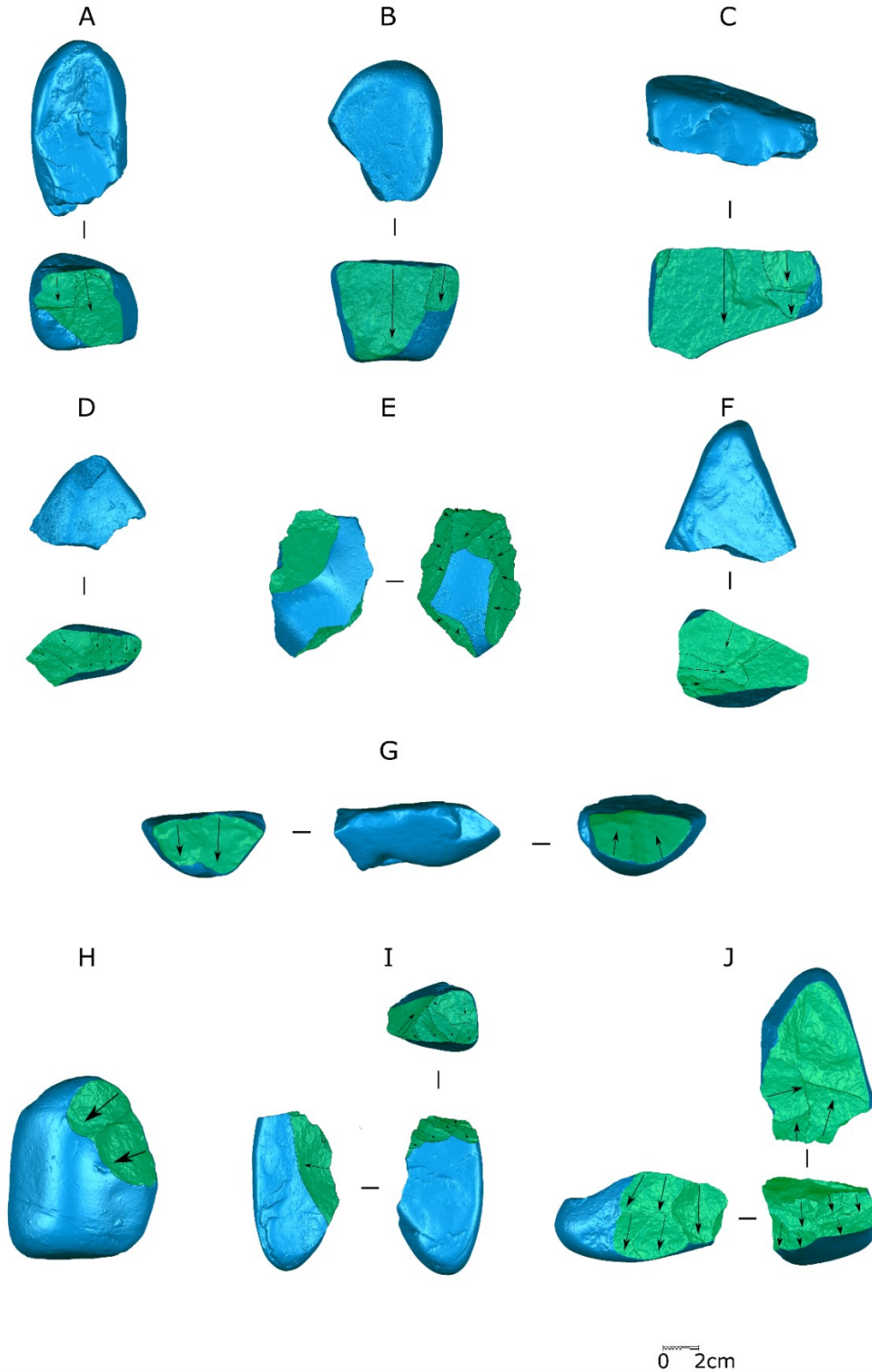


Figure 3. Cores recovered in TD6.2: a) ATA11 TD6.2 G04 41 (Quartzite, VSE A); b) ATA03 TD6.2 G15 35 (Quartzarenite, VSE A); c) ATA07 TD6.2 F12 147 (Quartzite, VSE A); d) ATA07 TD6.2 F12 85 (Quartzite, VSE A); e) ATA08 TD6.2 F12 32 (Quartzite, VSE A); f) ATA07 TD6.2 G11 122 (Quartzarenite, VSE C); g) ATA96 TD6.2 H17 233 (Quartzite, VSE F-2); h) ATA94 TD6.2 G17 2 (Sandstone, Chopper-core); i) ATA07 TD6.2 G10 73(Quartzite, VSE F-1); j) ATA06 TD6.2 G13 47 (Sandstone, VSE F-1).

VSE I: Trifacial/multifacial multipolar exploitation (n=10): Cores with at least three flaking surfaces and an independent series of removals produced from three or more platforms. These

may be either the consequence of the final reduction stages or the application of multiple series of a few longitudinal unipolar extractions on each face with no well-defined scheme and generating irregular morphologies. Abrupt and semi-abrupt angles between the percussion platforms and the exploitation faces predominate. In Neogene chert, after a short series of extractions the core was rotated to find a new suitable percussion platform, generating abrupt angles between surfaces and a marked orthogonal character (Fig. 4g). In Cretaceous chert, due to the small size of the cores, there was generally a change of percussion platform and/or flaking surface after each removal (Fig. 4d).

- **VSE J:** Bipolar-on-anvil technique (n=3): Cores exploited following the bipolar-on-anvil technique where the exploitation was carried out from the horizontal or vertical axis, following the scheme proposed by de Lombera and colleagues (2016). In two cases, the exploitation was limited to a single surface, while on one core this was expanded to the two adjacent faces with the first being used as a percussion platform.

-**Tools on cobbles** (n=3): Unifacial chopper-like cores presenting few extractions and a “cutting edge” covering around 20-25% of the perimeter. Two chopper-cores of sandstone and limestone were recovered from TD6.2.0-1, and a quartzite example was found in TD6.2.4.

	SANDSTONE	LIMESTONE	QUARTZITE	QUARTZ	CRETACEOUS CHERT	NEOGENE CHERT	TOTAL
<i>A-B INITIAL</i>	0	1 (25%)	1 (7.69%)	1 (25%)	1 (12.5%)	2 (15.38%)	6 (12.76%)
<i>A</i>	2(40%)	1 (25%)	6 (46.15%)	0%	0	2 (15.38%)	11 (23.4%)
<i>C</i>	0	0	1 (7.69%)	0%	0	0	1 (2.13%)
<i>D</i>	0	0	1 (7.69%)	0	4 (50%)	0	5 (10.63%)
<i>F</i>	2(40%)	0	3 (23.08%)	0	1 (12.5%)	2 (15.38%)	8 (17.02%)
<i>I</i>	0	1 (25%)	0	0	2 (25%)	7 (53.85%)	10 (21.27%)
<i>J</i>	0	0	0	3 (75%)	0	0	3 (6.38%)
<i>TOOLS ON COBBLE</i>	1 (20%)	1 (25%)	1 (7.69%)	0	0	0	3 (6.38%)
TOTAL	5	4	13	4	8	13	47

Table 1. VSE frequencies according to raw material. No identifiable cores were not counted.

The lithological distribution of the VSE reveals some clear patterns (Table 1). Sandstone is exclusively exploited using unipolar longitudinal systems either through one or two flaking surfaces (VSE A and VSE F1). This pattern is similar in quartzite, where unifacial longitudinal unipolar strategies predominate, followed by bifacial strategies (VSE F), while the remaining percentage corresponds to VSE A-B, orthogonal unifacial (VSE C) and centripetal unifacial (VSE D). The bipolar-on-anvil technique (VSE J) predominates in quartz cores and limestone presents no preferential exploitation system. In Neogene chert there is a predominance of multipolar multifacial strategies (VSE I), although there is some variability. Finally, a high

percentage of centripetal strategies (VSE D) stands out in Cretaceous chert, although VSE F and VSE I are also present.

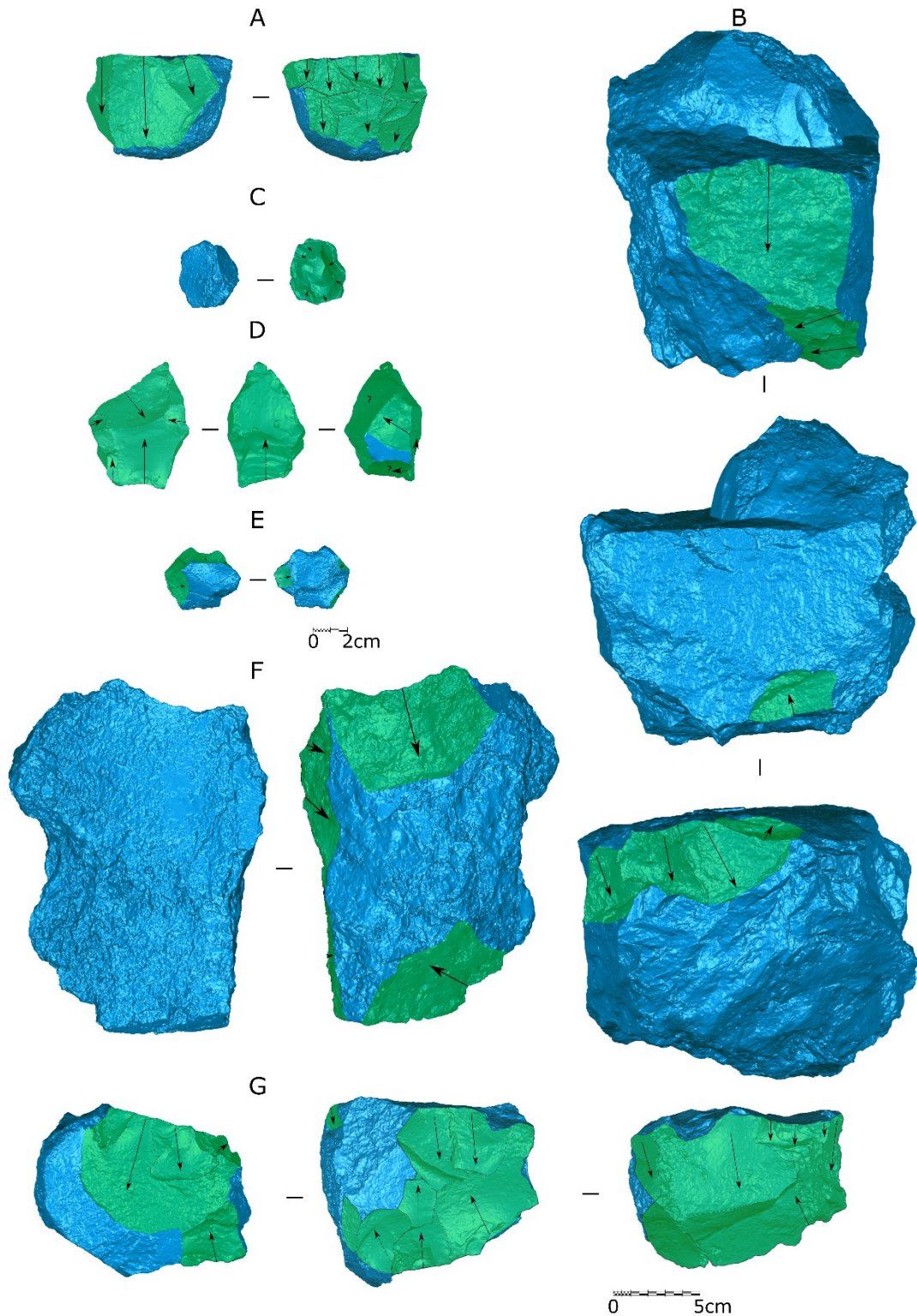


Figure 4. Cores recovered in TD6.2. a) ATA05 TD6.2 G15 50 (Neogene chert, VSE A); b) ATA07 TD6.2 G10 97 (Neogene chert, VSE F); c) ATA04 TD6.2 F14 96 (Cretaceous chert, VSE D); d) ATA09 TD6.2 F13 526 (Cretaceous chert, VSE I); e) ATA08 TD6.2 F12 59 (Cretaceous chert, VSE D); f) ATA07 TD6.2 F12 93 (Neogene chert, VSE A); g) ATA02 TD6.2 G04 1 (Neogene chert, VSE I).

The relationship between the core volumes at the time of discard and the volumetric structures shows that cores with a lower remnant volume correspond to VSE D and J, followed by VSE C, VSE A, and F, with VSE I presenting the largest proportions of remnant volume. This pattern is maintained when we compare the original estimated volumes, where the original blanks of VSE D and J are smaller and more homogeneous. On the other hand, in VSE A and F there is greater variability in the original blanks, although these do tend to be larger. Thus, a two-fold pattern arises from the correlation between the VSE and reduction stages. VSE D, I, and J are identified within the more reduced cores, while VSE A, F, and C are found within those in early-intermediate reduction stages (Figure 5b).

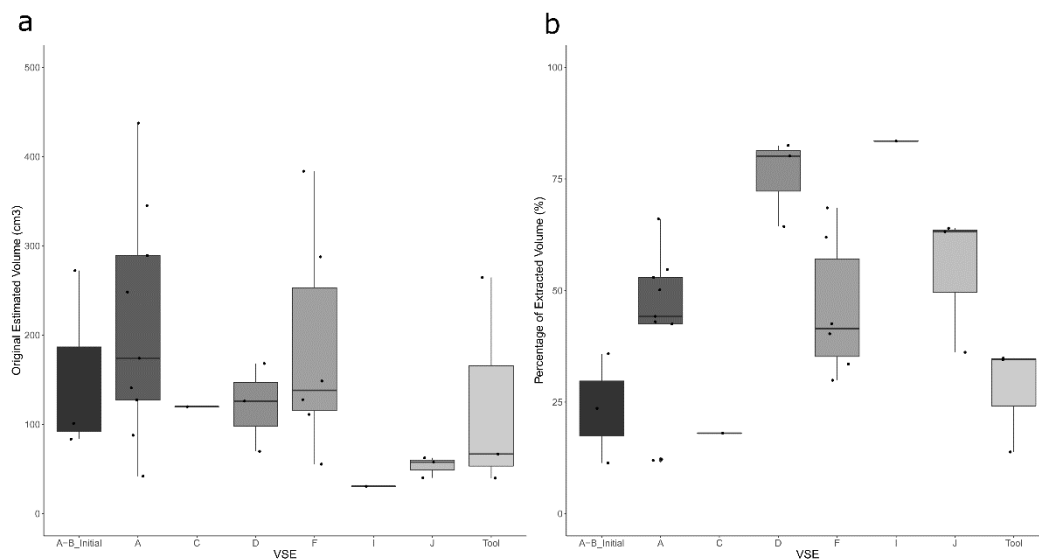


Figure 5. (a) Boxplot of the estimated original volumes; (b) Boxplot of the percentage of estimated extracted volume according to volumetric structures.

Raw materials

There are no statistically significant differences between the final volume of the cores on flakes and those from cobbles or nodules (M-W $p=0.40$), due to the use of relatively large flakes as cores, mainly Neogene chert, although the use of smaller flakes of other raw materials, especially Cretaceous chert, was also documented. There is a great variability in the final volumes of Neogene chert (SD = 616.65; CV = 118.99), which may be related to different degrees of reduction or to greater heterogeneity of the original blanks. The presence of two large cores of Neogene chert is remarkable and indicates that many of these cores are not volumetrically exhausted (Figure 6).

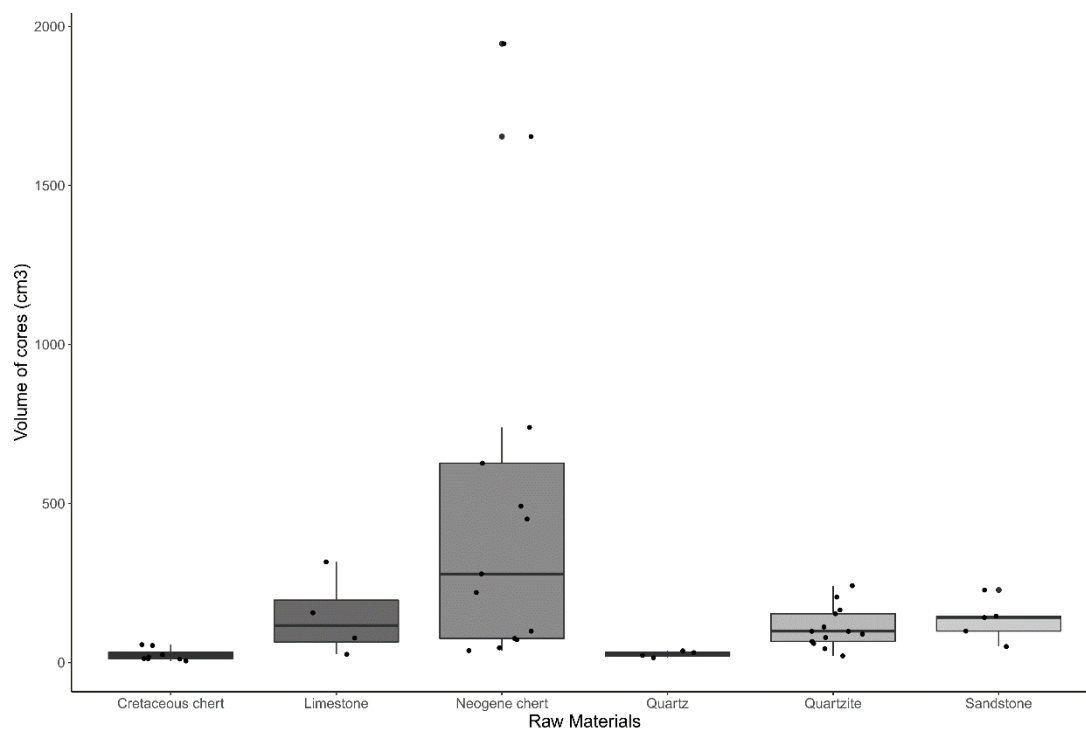


Figure 6. Volume of discarded cores (cm³) recovered in TD6.2 according to raw material.

Conversely, the results indicate that there are two groups of raw materials according to the final core volumes: 1) quartz and Cretaceous chert present smaller volumes; while 2) Neogene chert, quartzite, limestone, and sandstone are larger. This tendency is maintained when comparing the estimated original volume through the VRM, in such a way that quartzite, limestone, and sandstone present larger average values, while quartz and Cretaceous chert have smaller estimated volumes (see Figure 7).

The Kruskal-Wallis test for all the raw material groups indicates that the central tendencies of the estimated original volumes are significantly different ($p=0.02$), although the post-hoc pairwise Mann-Whitney test does not show statistically significant differences. On the other hand, the Kolmogorov-Smirnov test comparing the distribution of the estimated original volumes according to raw material show statistically significant differences on the distribution of values between quartz and both sandstone and quartzite, as well as between Cretaceous chert and quartzite (See Supplementary Tables S8-S9). These differences between test results may be due to the sample size.

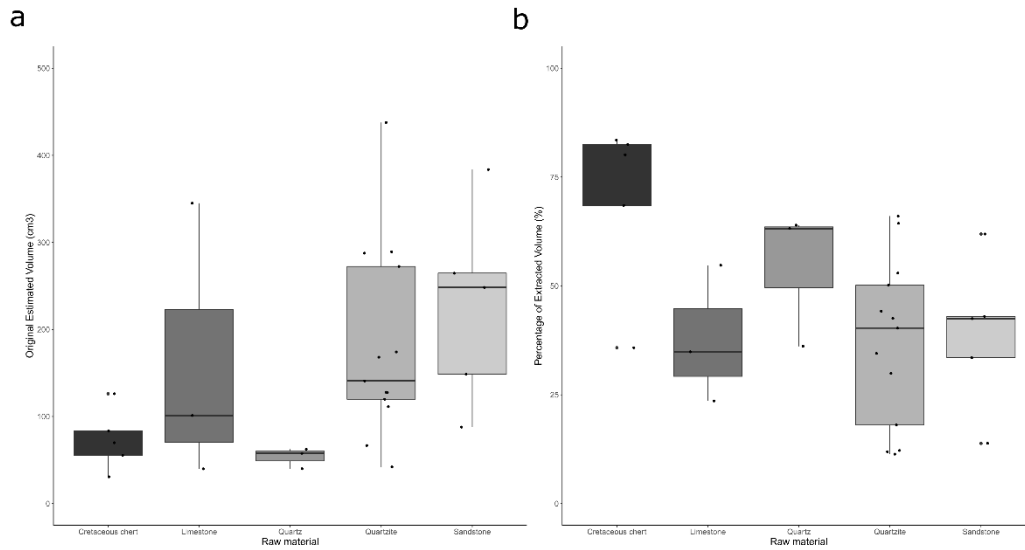


Figure 7. (a) Boxplot of the estimated original volumes; (b) Boxplot of the percentage of estimated extracted volume according to raw materials. Neogene chert is excluded of VRM analysis.

Sandstone and quartzite present the lowest Weibull β and α values of the different raw materials, while quartz and Cretaceous chert show the highest (Table 2). Cretaceous chert is the most reduced raw material, followed by quartz, while sandstone, limestone, and quartzite are the least reduced. These differences are, however, only statistically significant between the Cretaceous chert and quartzite (M-W (p)= 0.009, K-S (p) = 0.007).

	n	Shape (β)	Scale (α)
Sandstone	5	1.93	55.59
Limestone	3	1.97	60.55
Quartzite	13	1.79	46.58
Quartz	3	3.18	73.68
Cretaceous chert	5	4.84	82.19

Table 2. Weibull parameters (Shape and Scale Values) characterizing the reduction intensity distribution of each raw material group.

To evaluate whether these differences are in line with reduction intensity proxies, the percentage of extracted volume was compared with the percentage of non-cortical surface; the results indicate a high degree of correlation between the two variables ($r= 0.82$, $r^2=0.68$, $p= 0.00$). Conversely, there is no correlation between the estimated original volume of the cores and the degree of reduction (Pearson $r= -0.08$, $r^2<0.001$, $p= 0.66$), suggesting that the VRM is not biased by the size of the core. Finally, there is a high correlation between the estimated volume of the blanks and the final volume of the cores (Pearson $r= 0.84$, $r^2= 0.71$, <0.001). However, there are significant differences depending on the raw material. The correlation is

high for quartzites ($r= 0.79$, $r^2= 0.62$, $p=0.001$), moderate but not significant for both Cretaceous chert ($r=0.49$, $r^2=0.24$, $p=0.39$) and sandstone (Pearson $r= 0.66$, $r^2= 0.44$, $p=0.21$). The high degree of correlation between the final and original estimated volumes may therefore be forced by extreme values derived from the presence of very small and very big cores.

Layers

The results show that there is a diachronic trend through subunit TD6.2, with increased Neogene chert cores, at the detriment of quartzite, while the proportions of the other raw materials remain stable (Table 3).

	<i>Sandstone</i>	<i>Limestone</i>	<i>Quartzite</i>	<i>Quartz</i>	<i>Cretaceous chert</i>	<i>Neogene chert</i>	<i>Total general</i>
TD06.2.0- 1	2 (9.52%)	2 (9.52%)	3 (14.29%)	2 (9.52%)	4 (19.05%)	8 (38.10%)	21 (100%)
TD06.2.2/3	1 (5.88%)	1 (5.88%)	5 (29.41%)	1 (5.88%)	2 (11.76%)	7 (41.18%)	17 (100%)
TD06.2.4	2 (16.67%)	1 (8.33%)	5 (41.67%)	1 (8.33%)	2 (16.67%)	1 (8.33%)	12 (100%)
TD6.2	5 (10%)	4 (8%)	13 (26%)	4 (8%)	8 (16%)	16 (32%)	50 (100%)

Table 3. Frequencies of cores according to layer and raw material. No identifiable cores were included.

With regard to the Volumetric Structures of Exploitation (VSE), VSE F and VSE A are constantly represented in the three layers (15-20% and 26-33%, respectively), although VSE A does drop to 15% in layer TD6.2.0.1. In contrast, VSE I is not present in layer TD6.2.4 but represents 40% of the cores in TD6.2.2.3 and 20% in TD6.2.0.1; and VSE D plays a relatively important role in TD6.2.4 (25%), while being absent in TD6.2.2.3, but gaining prominence again (9.5%) in TD6.2.0.1.

Despite these differences, comparing the Scar Pattern Index (SPI) between the three layers shows no significant differences either in the central values (K-W $p=0.97$) or the distribution of the values (K-S $p > 0.05$) (Supplementary Table S12). The three layers present a bimodal SPI distribution, with values close to 1 being more frequent, indicating that negatives tend to be quite parallel to one another. The second mode, from 0.2-0.5, is typical of centripetal and multipolar organisation. Nevertheless, these cores also generally present SPI values close to 1, indicating a longitudinal unipolar tendency on each of the exploited surfaces.

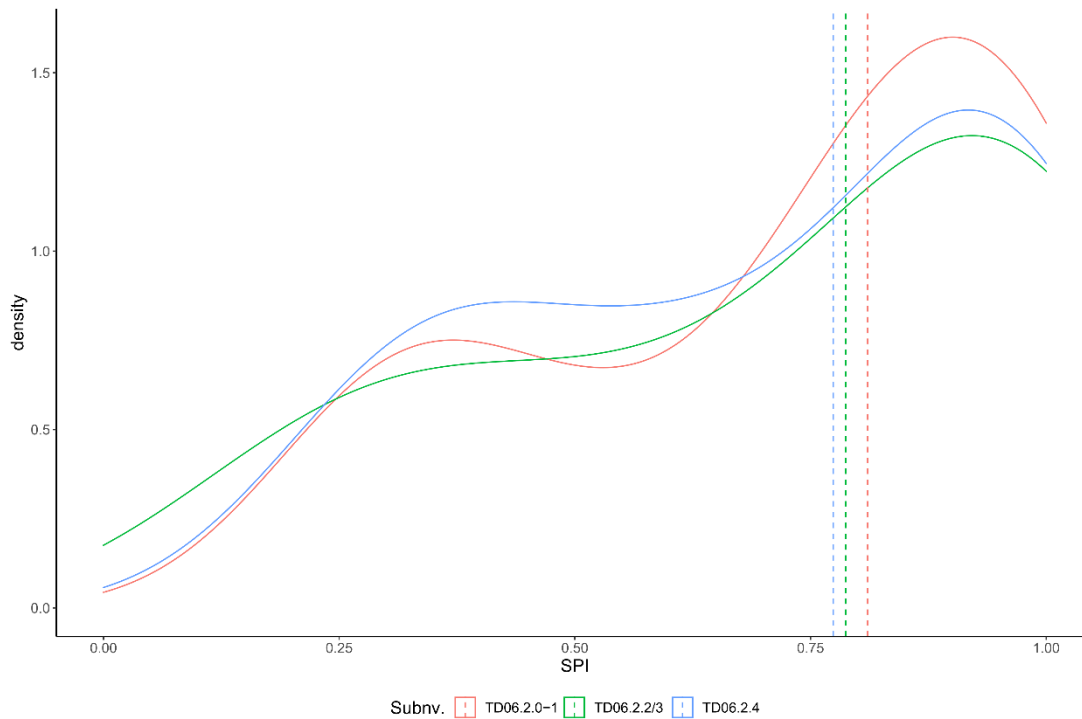


Figure 8. Density plot showing SPI values according to different layers. Dotted points mark the median of each layer.

Table 4 summarises the descriptive statistics for the percentage of extracted volume for the entirety of subunit TD6.2, each of the layers individually, and the Weibull parameters defining the reduction intensity distribution. Despite the existence of slight differences (Fig. 9), the Kruskal-Wallis and Kolmogorov-Smirnov tests show that these are not statistically significant, neither in the central tendency (K-W $p= 0.34$) nor the distribution (K-S $p> 0.05$). This inter-layer homogeneity is also seen in the estimated volumes of the original blanks (Table 5), where no statistically significant differences were found (K-W $p= 0.32$), (K-S $p> 0.05$) (Supplementary Table S14).

	n	Mean	Median	SD	CV	Shape (β)	Scale (α)
TD6.2.0.1	13	51.16	50.14	21.06	41.17	2.55	61.61
TD6.2.2.3	7	37.41	40.31	26.03	69.56	1.51	50.35
TD6.2.4	9	41.44	36.13	17.62	42.52	2.12	53.5
TD6.2	29	44.83	42.54	21.45	47.85	2.15	52.73

Table 4. Descriptive statistics of the percentage of extracted volume (PEV) according to layer.

Weibull distributions indicate similar discard patterns for the three layers, with very similar β and α values, especially in the case of TD6.2.0.1 and TD6.2.4, where there is a clear attritional discard pattern, in other words, the discard ratio increases as reduction advances. In TD6.2.2.3, the survival curve is slightly lower, although the increase in the discard ratio as reduction advances is maintained (Fig. 10).

	n	Mean	Median	SD	CV
TD6.2.0.1	13	130.56	83.55	111.10	85.09
TD6.2.2.3	7	178.46	127.31	131.97	73.95
TD6.2.4	9	173.72	148.61	104.56	60.19
TD6.2	29	155.52	126.13	112.57	72.38

Table 5. Descriptive statistics of the estimated original volum (OEV) according to layer.

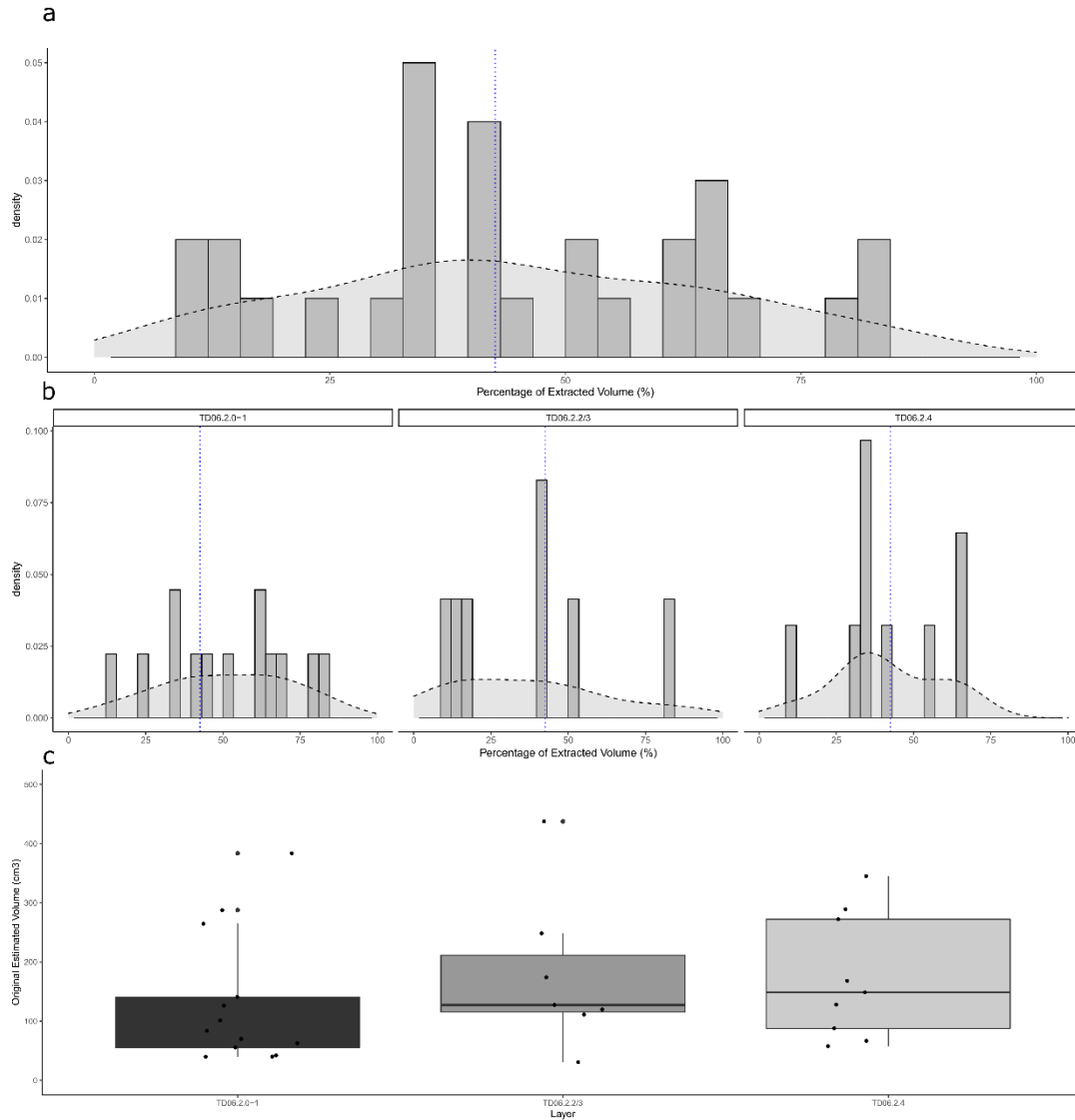


Figure 9. a) Histogram with the percentage of estimated extracted volume of TD6.2, b) Histogram with the percentage of estimated extracted volume according to layer, c) Boxplot with estimated original volumes according to layer. For figures b and c, the blue dotted line indicates the median.

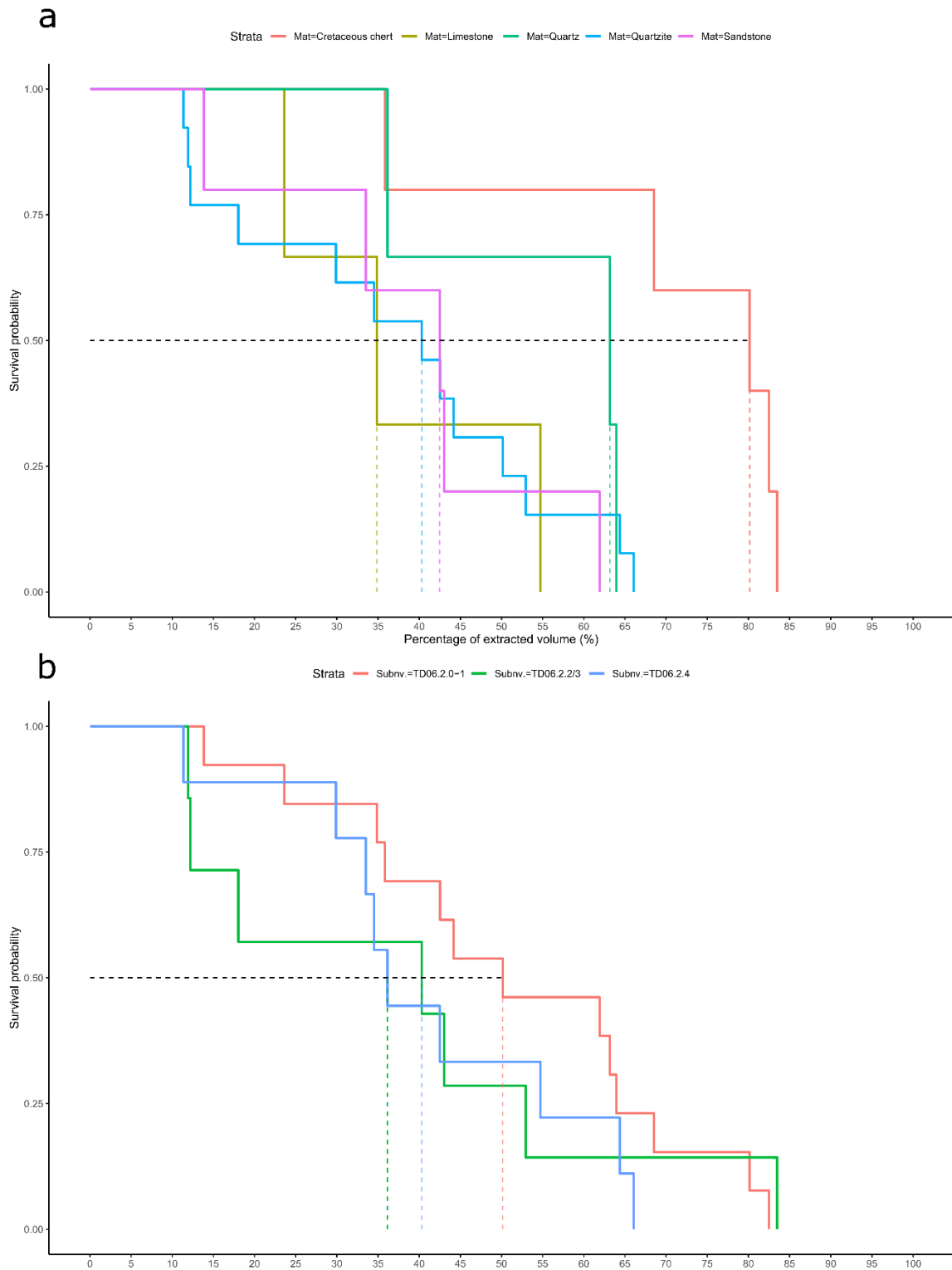


Figure 10. Kaplan-Meier survival probability plot. (a) according to raw materials. (b) by layers.

4.2.1.5 Discussion and Conclusions

The VRM-based study of the case-by-case core reduction intensity from the TD6.2 *Homo antecessor* occupations highlight markedly different raw material management patterns, from the selection of blanks to the discarding stage.

The estimated volumes of the original blanks show that small and homogeneous Cretaceous chert (mean = 73.11 cm³; SD = 35.52; CV = 48.58) and quartz (mean = 53.44 cm³; SD = 11.81; CV = 22.10) blanks were selected. This pattern, however, is not behaviourally driven but rather determined by the available blank sizes within the procurement area (Carbonell et al., 1999a; Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2014). Considering that the best quality Cretaceous chert variety has a small size (Valdecuende formation), the estimates of the original blanks size could indicate that quality seemed to be far more important than size.

Quartzite and sandstone display greater variability, or there was less pattern to the size selection (quartzite mean = 181.92 cm³; SD = 110.23; CV = 60.59; sandstone mean = 226.61 cm³; SD = 113.90; CV = 50.26). The selected blanks were large angular, tabular, and thick cobbles pointing to flexible shape selection. Previous works (Ollé et al., 2013; Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2014) have also suggested that there is little selection of fluvial materials in terms of quality, as the assemblage contains a large proportion of coarse-grained rocks.

This pattern is similar for the Neogene chert, as even though the original sizes of the blanks cannot be estimated through VRM, the final volume of the cores (mean = 518.23 cm³; SD = 616.65; CV = 118.99) shows a great deal of variability. Together with the morphological diversity of the nodules, this points to shape and size having little influence on the selection.

This interpretation is reinforced by the lack of correlation between the estimated original volumes of the blanks and the reduction intensity, showing that there was no tendency to further reduce the smaller blanks, nor vice versa. Original size was not, then, a limitation when it came to reduction intensity, even though this seems to have determined the reduction strategies applied.

Four different reduction paths have been identified through the analysis of the reduction strategies: i) the early discarding of the core after a short series of removals; ii) the maintenance of a unipolar longitudinal exploitation scheme (VSE A); iii) the rotation of the core by changing the percussion surface while maintaining the same flaking surface, generating bipolar unifacial orthogonal exploitation systems (VSE C); or iv) the rotation of the core by changing both the percussion and flaking surfaces, therefore generating bipolar bifacial orthogonal or opposite exploitation strategies (VSE F) (Fig.11).

In VSE A, narrow faces were preferentially selected as flaking surfaces, while wide, flat, and mostly cortical surfaces served as percussion platforms (Fig. 3a-c). In this structure, the exploitation could be developed on a restricted front (Fig. 3d) but could also show a greater perimetral development as reduction advanced (Figs. 3e, 4a). Depending on the raw material size and flaking orientation, this perimetral development caused the centripetal convergence of the scars, generating centripetal trends (VSE D) (Fig. 4c, e), in some cases blurring the boundaries between the two reduction strategies. In VSE C, the cores were rotated by changing the percussion platform (Fig. 3f) and/or the flaking surface (figs. 3g, j, i, 4b), shaping orthogonal bifacial or multipolar exploitation strategies (VSE F).

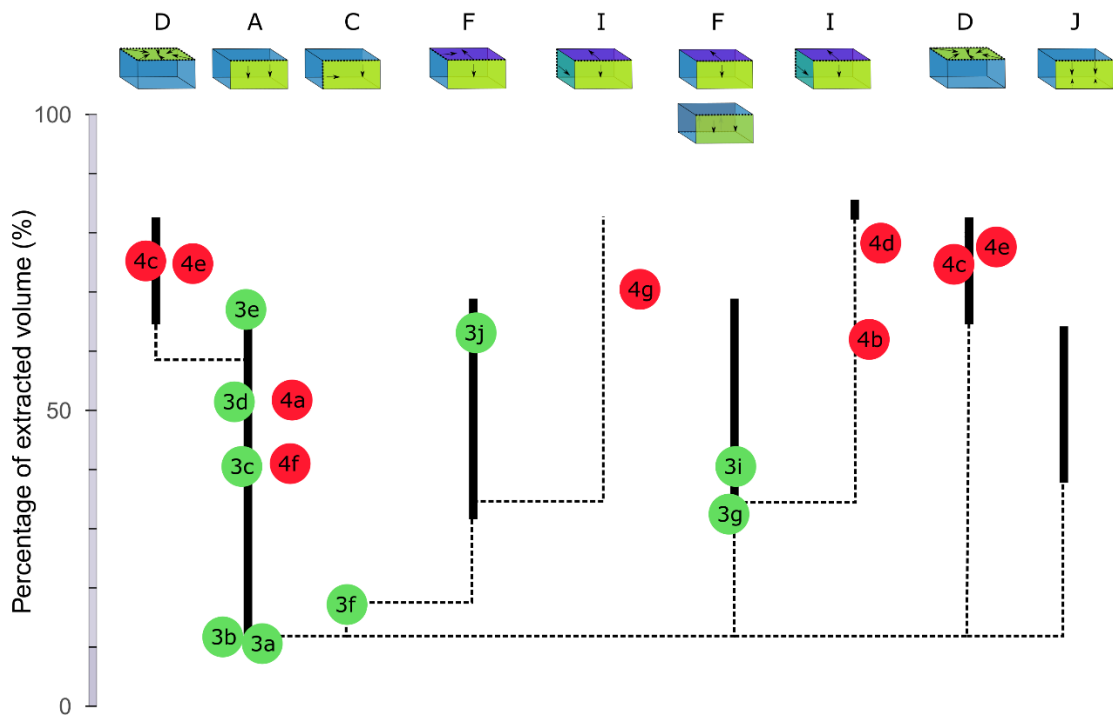


Figure 11. Interpretation of Champ opératoire of the cores from TD6.2. The black lines indicate the range of percentage of volume removed for each VSE. The dotted lines indicate changes between VSE. The green points indicate the estimated percentage of removed volume for the cores of Figure 3. The red points are the cores of Figure 4 without VRM application (Neogene chert cores and cores on flakes).

From this point on in the reduction continuum, the same exploitation structure could be maintained until abandonment, or additional changes introduced to the percussion and flaking surfaces, generating multipolar multifacial-type strategies (VSE I) (Fig.4d, g). The core sizes and remaining volumes indicate that this was not a technical behaviour aimed at maximising core exploitation, and in the case of Neogene chert, we find multifacial multipolar strategies in early and intermediate reduction stages.

The low degree of standardisation in the final core morphologies shows that raw material constraints played an important role during the reduction process. For that reason, VSE A, F and I may not reflect the application of different strategies or knapping methods *sensu stricto*,

which would respond to a predefined volumetric conception. Instead, they appear to be the consequence of a much more limited technical behaviour, where the core variability resulted from a combination of: 1) the blank's morphological constraints; 2) the original size; and 3) the more or less systematic application of independent longitudinal unipolar series on different flaking surfaces, while looking for abrupt angles between the percussion and exploitation faces. In addition, the control of the morphology does not seem to be well-developed, or at least, an apparent intention to maintain the core's morpho-volumetric conditions, being the circumstances of the exploitation, and not the reduction intensity, those determining when a change of structure occurs.

Quartz and Cretaceous chert display the highest percentage of extracted volume in relation to the original estimated volume, and the longest survival rates, indicating that size affected the rate of reduction advance. In these smaller blanks, the same volume percentage is represented by less material than in the larger blanks, so that each flake equals a greater percentage of extracted volume, meaning greater reduction values were reached more quickly.

Beyond size constraints, the increased reduction observed in quartz and Cretaceous chert seems to have different reasons. Some general proxies, such as the use of flakes as cores and the retouched tool-to-flake ratio (higher in Cretaceous chert (0.34), quartzite (0.19) and Neogene chert (0.11), compared with sandstone (0.02), limestone (0.07) and quartz (0.06)), points to preferential use of the better-quality Cretaceous chert for obtaining small flake tools (Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2014). This trend is broadly identified when exploring each layer individually.

Quartz is mostly reduced through the bipolar-on-anvil technique; Cretaceous chert also presents differential reduction strategies, since almost all the centripetal cores are made from this raw material. Probably both the size and quality allowed the production of overshot flakes covering the entire thickness of the cores, reduction advancing through adjacent extractions that may have ended up shaping centripetal multipolar types (Mosquera et al., 2018). However, experimental work on Cretaceous chert shows how medium-to-high striking force is necessary in advanced reduction phases to overcome important difficulties, such as the small size and thick shapes of the nodules, as well as the occasional presence of internal irregularities and fissures (Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2017, 2014). This could explain why, in some cases, bifacial orthogonal (VSE F) or multipolar multifacial (VSE I) strategies were developed.

The VRM shows that quartzite and sandstone were not intensively reduced through the TD6.2 occupations. In fact, 27.7% of the cores from these raw materials display reduction values of less than 20% of the original volume. This fits with the abundance of cortical surfaces, since

almost all the sandstone and quartzite cores retain at least 50% of their cortex. Low reduction levels, together with non-selective procurement in terms of size and quality, could be related with a more expedient behaviour where the particular reduction strategies identified (VSE A and F) may have depended on the size and shape of the material available, and on the types of sharp-edged cores wanted (Nelson, 1991).

The discarding patterns reflected through the Weibull distributions show no significant inter-layer differences, suggesting that there were no major changes in the occupation dynamics during the formation of TD6.2. However, when making inferences about the occupation patterns through reduction data, it should be noted that TD6.2 has only been partially excavated. Furthermore, the resolution of the reduction distribution curves depends directly on the resolution of the assemblage (Morales, 2016). Despite it being characterised as a residential site (Carbonell et al., 1999a; Díez et al., 1999; Mosquera et al., 2018; Saladié et al., 2011, 2014, 2021), TD6.2 is a time-averaged unit resulting from the overlap of many occupational events with different characteristics (Canals et al., 2003; Vallverdú et al., 2001), and therefore may reflect a combination of different strategies and/or occupation dynamics that in many cases cannot be isolated from one another (Saladié et al., 2014, 2011).

However, the variability in reduction degree does seem to indicate that the hominins from TD6.2 transported the blanks to the cave and developed systematic *in situ* knapping. This interpretation is reinforced by the presence of refits, by the abundance of flat, single-faceted or natural platforms within the flake assemblage (see Mosquera et al., 2018), and also by the existence of very large cores. There are two possible explanatory hypotheses for the presence of these large abandoned cores that may be related to either i) the planned storage of material for later use, and/or ii) that they were discarded for some unknown reason driven by the possibility of easy replacement, which could indicate good spatial knowledge of the environment (Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2014). In general, there is a clear three-fold reduction sequence pattern according to the raw materials: i) quality-driven selection of Cretaceous chert contrasting with the size- and shape-independent selection of other low-quality raw materials such as quartzite, sandstone, or even Neogene chert; ii) the presence of different strategies and knapping techniques adapted to the raw material characteristics and the particular knapping evolution (see Fig. 11); and iii) a more intense reduction of Cretaceous chert and quartz, contrasting with the less-reduced sandstone and quartzite. This, together with other assemblage proxies, reinforces the hypothesis of differential raw material management where TD6.2 hominins adapted knapping strategies through the reduction continuum and reduced cores differently, according to the particular constraints of the raw materials.

The European Mode 1 context shows a certain degree of continuity in the adaptation of knapping strategies to raw material constraints, where differences may correlate to local particularities. In this sense, the association of knapping techniques or methods with raw material and/or sizes and/or shapes is a common feature of the European Lower Palaeolithic. For example, the bipolar-on-anvil technique for quartz exploitation has been documented at sites such as Pont-de-Lavaud (France), applied to small and medium-sized polyhedral and ovoid quartz cobbles (de Lombera-Hermida et al., 2016); and Vallparadís, used on small angular quartz fragments (García et al., 2013). Bipolar-on-anvil exploitation has also been found at Fuente Nueva 3 and Barranco León, but exclusively associated to small flint blanks (Barsky et al., 2015), while at Ca` Belvedere di Monte Poggiolo it was mainly applied during the first phases of the reduction sequence to create percussion platforms (Arzarello and Peretto, 2010). Although bipolar-on-anvil reduction seems to have played a different role at each of these sites (de Lombera-Hermida et al., 2016), in TD6.2 it appears to have been a technical response to the technical constraints of the quartz.

The pattern of differential selection is not exclusively restricted to the bipolar on anvil technique. At Dmanisi it seems that raw materials were exploited with different intensities depending on the quality, where two groups were identified: a first set displaying mainly unipolar strategies is quality-independent, where the morphology of the blank is the most important aspect; and a second group which was quality-dependent and shows complex multipolar series (Baena et al., 2010). At Pirro Nord and Ca` Belvedere di Monte Poggiolo, knapping methods were strictly related to the raw material dimensions. The small blanks were exploited using centripetal methods while unidirectional and multidirectional methods were applied to the bigger ones (Arzarello and Peretto, 2010; Carpentieri and Arzarello, 2021). At Barranco León and Fuente Nueva 3 the bidirectional or centripetal strategies were applied on flat tabular flint blocks, while orthogonal/multiplatform methods were used for thicker blocks (Barsky et al., 2010; Toro-Moyano et al., 2011). At Pont-de-Lavaud, large elongated blanks were chosen for unipolar longitudinal, centripetal, and orthogonal knapping methods (de Lombera-Hermida et al., 2016). At other sites, cores are scarce or absent, such as at Bois-de-Riquet (Bourguignon et al., 2016b), Pakefield (Parfitt et al., 2005), Atapuerca-TE9 (de Lombera-Hermida et al., 2015), Atapuerca-TD3-4 (Ollé et al., 2013), and Happisburgh 3 (Parfitt et al., 2010), therefore making it impossible to identify patterns of blank selection and knapping strategies.

Although this technology did not display the systematic exploitation schemes that characterise subsequent technologies, this simple but flexible technological behaviour of *Homo antecessor* allowed them to exploit a wide variety of raw materials, with different shapes, and sizes, without the need for a hyper-specific blank selection or the adaptation of these by maintaining

the morpho-volumetric conditions of the core during knapping. In spite of this, in TD6.2 we can see diverse exploitation of different lithologies, and differential raw material management in terms of reduction intensity, with the best-quality materials being the ones that are the most reduced. Together with complementary strategies for lower-quality materials, this evidences that these hominins possessed good knowledge of raw material qualities, and implemented a certain degree of planning, to the extent that raw materials were selected for their intended use.

Unfortunately, the lack of other studies on reduction intensity in the European Early Pleistocene, means we have no frame of reference with which to compare the discarding dynamics at different types of sites or according to occupational dynamics. This would allow us to further interpret the role these variables played in the technological variability of early human occupations in Europe and construct more precise inferences about their techno-economic behavioural adaptations to different environmental or lithological contexts and the evolution of this through time.

4.2.1.6 References

Allué, E., Cáceres, I., Expósito, I., Canals, A., Rodríguez, A., Rosell, J., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2015. Celtis remains from the Lower Pleistocene of Gran Dolina, Atapuerca (Burgos, Spain). *J. Archaeol. Sci.* 53, 570–577. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.11.016>

Andrefsky, W.J., 1994. Raw-Material Availability and the Organization of Technology. *Am. Antiq.* 59, 21–34.

Arzarello, M., Peretto, C., 2010. Out of Africa: the first evidence of Italian peninsula occupation. *Quat. Int.* 223–224, 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.01.006>.

Baena, J., Lordkipanidze, D., Cuartero, F., Ferring, R., Zhvania, D., Martín, D., Shelia, T., Bidzinashuli, G., Roca, M., Rubio, D., 2010. Technical and technological complexity in the beginning: The study of Dmanisi lithic assemblage. *Quat. Int.* 223–224, 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.01.019>.

Barsky, D., Celiberti, V., Cauche, D., Grégoire, S., Lebègue, F., Lumley, H. de, Toro-Moyano, I., 2010. Raw material discernment and technological aspects of the Barranco León and Fuente Nueva 3 stone assemblages (Orce southern Spain). *Quat. Int.* 223–224, 201–219. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.12.011>

Barsky, D., Vergès, J.M., Sala, R., Menéndez, L., Toro-Moyano, I., 2015. Limestone percussion tools from the late Early Pleistocene sites of Barranco León and Fuente Nueva 3 (Orce, Spain). *Philos. Trans. R. Soc. London, B Biol. Sci.* 370, 20140352. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0352>.

Berger, G.W., Pérez-González, A., Carbonell, E., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M. Ku, T.L., 2008. Luminescence chronology of cave sediments at the Atapuerca paleoanthropological site, Spain. *J. Hum. Evol.* 55, 300–311. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.02.012>

Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Carbonell, E., Rosas, A., Martínez, I., Mosquera, M., 1997. A hominid from the lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: Possible ancestor to Neanderthals and modern humans. *Science*. 276, 1392–1395. <https://doi.org/10.1126/science.276.5317.1392>

Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Cáceres, I., Díez, J.C., Fernández-Jalvo, Y., Mosquera, M., 1999. The TD6 (Aurora stratum) hominid site. Final remarks and new questions. *J. Hum. Evol.* 37, 695–700. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0334>

Bourguignon, L., Crochet, J.-Y., Capdevila, R., Ivorra, J., Antoine, P.-O., Agustí, J., Barsky, D., Blain, H.A., Boulbes, N., Bruxelles, L., Claude, J., Cochard, D., Filoux, A., Firmat, C., Lozano-Fernández, I., Magniez, P., Pelletier, M., Rios-Garaizar, J., Testu, A., Valensi, P., De Weyer, L., 2016. Bois-de-Riquet (Lézignan-la-Cèbe, Hérault): A late Early Pleistocene archaeological occurrence in southern France. *Quat. Int.* 393, 24–40. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.06.037>

Braun, D.R., Plummer, T.W., Ditchfield, P.W., Bishop, L.C., Ferraro, J.V., 2009a. Oldowan Technology and Raw Material Variability at Kanjera South, in: Hovers, E., Braun, D.R. (Eds.), *Interdisciplinary Approaches to the Oldowan*. Springer, Dordrecht, pp. 99–110. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9059-2>

Braun, D.R., Plummer, T.W., Ferraro, J. V., Ditchfield, P.W., Bishop, L.C., 2009b. Raw material quality and Oldowan hominin toolstone preferences: evidence from Kanjera South, Kenya. *J. Archaeol. Sci.* 36, 1605–1614. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.03.025>

Braun, D.R., Tactikos, J., Ferraro, J. V., Harris, J.W.K., 2006. Archaeological inference and Oldowan behavior. *J. Hum. Evol.* 51, 106–108. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2006.04.002>

Bretzke, K., Conard, N.J., 2012. Evaluating morphological variability in lithic assemblages using 3D models of stone artifacts. *J. Archaeol. Sci.* 39, 3741–3749. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.06.039>

Campaña, I., Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2016. Assessing automated image analysis of sand grain shape to identify sedimentary facies, Gran Dolina archaeological site (Burgos, Spain). *Sediment. Geol.* 346, 72–83. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2016.09.010>

Canals, A., Vallverdú, J., Carbonell, E., 2003. New Archaeo-Stratigraphic Data for the TD6 Level in Relation to Homo antecessor (Lower Pleistocene) at the Site of Atapuerca, North-Central Spain. *Geoarchaeology* 18, 481–504. <https://doi.org/10.1002/gea.10071>

Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Allue, E., Bastir, M., Benito, A., Cáceres, I., Canals, T., Díez, J.C., Made, J., van der, Mosquera, M., Ollé, A., Pérez-González, A., Rodríguez, X.P., Rodríguez, J., Rosas, A., Rosell, J., Sala, R., Vallverdú, J., Vergés, J.M., 2005. An Early Pleistocene hominin mandible from Atapuerca-TD6, Spain. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 102, 5674–5678. <https://doi.org/10.1073/pnas.0501841102>

Carbonell, E., García-Antón, M.D., Mallol, C., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Sahnouni, M., Sala, R., Vergés, J.M., 1999. The TD6 level lithic industry from Gran Dolina, Atapuerca (Burgos, Spain): production and use. *J. Hum. Evol.* 37, 653–693. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0336>

Carbonell, E., Guilbaud, M., Mora, R., 1983. Utilización de la Lógica Analítica para el estudio de los tecnocomplejos a cantos tallados. *Cah. Noir* 1, 3–64.

Carbonell, E., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Sala, R., Vaquero, M., Vergès, J.M., 1992. New elements of the Logical Analytical System. First International Meeting on Technical Systems to Configure Lithic Objects of scarce elaboration. *Cah. Noir* 6, 3–61.

Carpentieri, M., Arzarello, M., 2021. For our world without sound. The opportunistic debitage in the Italian context: a methodological evaluation of the lithic assemblages of Pirro Nord, Cà Belvedere di Montepoggiolo, Ciota Ciara cave and Riparo Tagliente. *Res. Sq.* <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-176361/v1>.

Clarkson, C., Vinicius, L., Mirazo, M., 2006. Quantifying flake scar patterning on cores using 3D recording techniques 33, 132–142. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.07.007>

de la Torre, I., 2004. Omo Revisited: Evaluating the Technological Skills of Pliocene Hominids. *Curr. Anthropol.* 45, 439–465. <https://doi.org/10.1086/422079>

de la Torre, I., Mora, R., 2018. Oldowan technological behaviour at HWK EE (Olduvai Gorge, Tanzania). *J. Hum. Evol.* 120, 236–273. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2018.04.001>

de Lombera-Hermida, A., Bargalló, A., Terradillos-Bernal, M., Huguet, R., Vallverdú, J., García-Antón, M.D., Mosquera, M., Ollé, A., Sala, R., Carbonell, E., Rodríguez-Álvarez, X.P., 2015. The lithic industry of Sima del Elefante (Atapuerca, Burgos, Spain) in the context of Early and Middle Pleistocene technology in Europe. *J. Hum. Evol.* 82, 95–106. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2015.03.002>.

de Lombera-Hermida, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Fábregas, R., Moncel, M.-H., 2011. La gestion du quartz au Pléistocène moyen et supérieur. Trois exemples d'Europe Méridionale. *L'Anthropologie* 115, 294–331. <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2011.02.003>

de Lombera-Hermida, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Peña, L., Sala-Ramos, R., Despriée, J., Moncel, M.-H., Gourcimaault, G., Voinchet, P., Falguères, C., 2016. The lithic assemblage from Pont-de-Lavaud (Indre, France) and the role of the bipolar-on-anvil technique in the Lower and Early Middle Pleistocene technology. *J. Anthropol. Archaeol.* 41, 159–184. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2015.12.002>

Delagnes, A., Roche, H., 2005. Late Pliocene Homing knapping skills: The case of Lokalalei 2C, West Turkana, Kenya. *J. Hum. Evol.* 48, 435–472. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2004.12.005>

Dibble, H.L., 1995a. Middle Paleolithic scraper reduction: background, clarification, and review of the evidence to date. *J. Archaeol. Method Theory* 2, 299–368.

Dibble, H.L., 1995b. Biache Saint-Vaast, Level IIA: A Comparison of Analytical Approaches, in: Dibble, H.L., Bar-Yosef, O. (Eds.), *The Definition and Interpretation of Levallois Technology*. Monographs in World Archaeology, 23. Prehistory Press, Madison, pp. 93–116.

Dibble, H.L., 1987. The Interpretation of Middle Paleolithic Scraper Morphology. *Am. Antiq.* 52, 109–117.

Díez, J.C., Fernández-Jalvo, Y., Rosell, J., Cáceres, I., 1999. Zooarchaeology and taphonomy of Aurora Stratum (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Spain). *J. Hum. Evol.* 37, 623–652. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0346>

Dorner, W.W., 1999. Using Microsoft Excel for Weibull Analysis. *Quality Digest* 19. *Qual. Dig.* 19, 33–41.

Douglass, M.J., Lin, S.C., Braun, D.R., Plummer, T.W., 2018. Core Use-Life Distributions in Lithic Assemblages as a Means for Reconstructing Behavioral Patterns. *J. Archaeol. Method Theory* 25, 254–288. <https://doi.org/10.1007/s10816-017-9334-22>

Duval, M., Falguères, C., Bahain, J.J., 2012. Age of the oldest hominin settlements in Spain: Contribution of the combined U-series/ESR dating method applied to fossil teeth. *Quat. Geochronol.* 10, 412–417. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2012.02.025>

Duval, M., Grün, R., Parés, J.M., Campaña, I., Martín-Francés, L., Rosell, J., Shao, Q., Arsuaga, J.L., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., 2018. The first direct ESR dating of a hominin tooth from Atapuerca Gran Dolina TD-6 (Spain) supports the antiquity of *Homo antecessor*. *Quat. Geochronol.* 47, 120–137. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2018.05.001>

Falguères, C., Bahain, J.J., Yokoyama, Y., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Bischoff, J.L., Dolo, J.M., 1999. Earliest humans in Europe: the age of TD6 Gran Dolina, Atapuerca, Spain. *J. Hum. Evol.* 37, 343–352. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0326>

Fernández-Jalvo, Y., Díez, J.C., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Arsuaga, J., 1996. Evidence of early cannibalism. *Science.* 271, 277–278. <https://doi.org/10.1126/science.271.5247.277>

García-Catalán, S., Gómez, B., Soto, M., Vaquero, M., 2013. Los sistemas de producción lítica en el Paleolítico Superior Final: El caso del nivel Asup del Molí del Salt (Vimbodí i Poblet, Tarragona). *Zephyrus* 72, 39–58. <https://doi.org/10.14201/zephyrus2013723958>

García, J., Martínez, K., Carbonell, E., 2013. The Early Pleistocene stone tools from Vallparadís (Barcelona, Spain). *Quat. Int.* 316, 94–114. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.09.038>

Gil, E., Aguirre, E., Hoyos, M., 1987. Contexto estratigráfico., in: Aguirre Enríquez, E., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M. (Eds.), *El Hombre Fósil de Ibeas y El Pleistoceno de La Sierra de Atapuerca*. Junta de Castilla y León, Valladolid, pp. 47–54.

Guilbaud, M., 1995. Introduction sommaire au concept de champ opératoire. *Cah. Noir* 7, 121–133.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., 2006. *Paleontological Data Analysis*. Blackwell Publishing.

Harmand, S., 2009. Variability in Raw Material Selectivity at the Late Pliocene sites of Lokalalei, in: Hovers, E., Braun, D.R. (Eds.), *Interdisciplinary Approaches to the Oldowan*. Springer, Dordrecht, pp. 85–97. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9059-2>

Isaac, G.L. I., Harris, J.W.K., 1997. Sites stratified within the KBS Tuff: Reports., in: Isaac, G.L. I., Isaac, B. (Eds.), *Koobi Fora Research Project, Plio-Pleistocene Archaeology Volume 5*. Oxford: Clarendon Press, pp. 71–114.

Jelinek, A., 1976. Form, function, and style in lithic analysis., in: Cleland, C.E. (Ed.), *Cultural Change and Continuity: Essays in Honor of James Bennett Griffin*. Academic Press., New York, pp. 19–33.

Kuhn, S.L., 1991. “Unpacking” Reduction: Lithic Raw Material Economy in the Mousterian of West-Central Italy. *J. Anthropol. Res.* 10, 76–106. [https://doi.org/10.1016/0278-4165\(91\)90022-P](https://doi.org/10.1016/0278-4165(91)90022-P)

Li, H., Kuman, K., Li, C., 2015. Quantifying the Reduction Intensity of Handaxes with 3D Technology: A Pilot Study on Handaxes in the Danjiangkou Reservoir Region , Central China. *PLoS One* 10, e0135613. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135613>

Lombao, D., Cueva-Temprana, A., Mosquera, M., Morales, J.I., 2020. A new approach to measure reduction intensity on cores and tools on cobbles: the Volumetric Reconstruction Method. *Archaeol. Anthropol. Sci.* 12. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01154-7>

Lombao, D., Cueva-Temprana, A., Rabuñal, J.R., Morales, J.I., Mosquera, M., 2019. The effects of blank size and knapping strategy on the estimation of core’s reduction intensity. *Archaeol. Anthropol. Sci.* 11, 5445–5461. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00879-4>

Marwick, B., 2008. Beyond typologies: the reduction thesis and its implications for lithic assemblages in Southeast Asia. *Indo-Pacific Prehistory Assoc. Bull.* 28, 108–116.

McPherron, S.P., 1999. Ovate and pointed handaxe assemblages: two points make a line. *Préhistoire Eur.* 14, 9–32.

Morales, J.I., 2016. Distribution patterns of stone-tool reduction: Establishing frames of reference to approximate occupational features and formation processes in Paleolithic societies. *J. Anthropol. Archaeol.* 41, 231–245. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.01.004>

Morales, J.I., Fontanals, M., Ollé, A., Allué, E., Angelucci, D.E., 2013. Procesos técnicos y culturales durante el Holoceno inicial en el noroeste de la Península Ibérica. Los niveles B y Bb de La Catierra (El Catllar, Tarragona) 70, 54–75. <https://doi.org/10.3989/tp.2013.12102>

Morales, J.I., Soto, M., Lorenzo, C., Vergès, J.M., 2015. The evolution and stability of stone tools: The effects of different mobility scenarios in tool reduction and shape features. *J. Archaeol. Sci. Reports* 3, 295–305. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.06.019>

Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Carbonell, E., 2018. Shedding light on the Early Pleistocene of TD6 (Gran Dolina, Atapuerca, Spain): The technological sequence and occupational inferences. *PLoS One* 13, e0190889. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190889>

Nelson, M.C., 1991. The study of technological organization. *Archaeol. Method Theory* 3, 57–100.

Ollé, A., Mosquera, M., Rodríguez, X.P., de Lombera-Hermida, A., García-Antón, M.D., García-Medrano, P., Peña, L., Menéndez, L., Navazo, M., Terradillos-Bernal, M., Bargalló, A., Márquez, B., Sala, R., Carbonell, E., 2013. The Early and Middle Pleistocene technological record from Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain). *Quat. Int.* 295, 138–167. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.11.009>.

Parés, J.M., Pérez-González, A., 1999. Magnetochronology and stratigraphy at Gran Dolina section, Atapuerca (Burgos, Spain). *J. Hum. Evol.* 37, 325–342. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0331>

Parés, J.M., Pérez-González, A., 1995. Paleomagnetic age for hominid fossils at Atapuerca archaeological site, Spain. *Science*. 269, 830–832. <https://doi.org/10.1126/science.7638599>

Parfitt, S.A., Ashton, N.M., Lewis, S.G., Abel, R.L., Coope, G.R., Field, M.H., Gale, R., Hoare, P.G., Larkin, N.R., Lewis, M.D., Karloukovski, V., Maher, B.A., Peglar, S.M., Preece, R.C., Whittaker, J.E., Stringer, C.B., 2010. Early Pleistocene human occupation at the edge of the boreal zone in northwest Europe. *Nature* 466, 229–233. <https://doi.org/10.1038/nature09117>

Parfitt, S.A., Barendregt, R.W., Breda, M., Candy, I., Collins, M.J., Coope, G.R., Durbidge, P., Field, M.H., Lee, J.R., Lister, A.M., Mutch, R., Penkman, K.E.H., Preece, R.C., Rose, J., Stringer, C.B., Symmons, R., Whittaker, J.E., Wymer, J.J., Stuart, A.J., 2005. The earliest record of human activity in northern Europe. *Nature* 438, 1008–1012. <https://doi.org/10.1038/nature04227>

Pérez-González, A., Parés, J.M., Carbonell, E., Aleixandre, T., Ortega, A.I., Benito, A., Martín-Merino, M.A., 2001. Géologie de la Sierra de Atapuerca et stratigraphie des remplissages karstiques de Galería et Dolina (Burgos, Espagne). *L'Anthropologie* 105, 27–43. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80004-2](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80004-2)

Plummer, T., 2004. Flaked Stones and Old Bones: Biological and Cultural Evolution at the Dawn of Technology. *Yearb. Phys. Anthropol.* 47, 118–164. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20157>

Porter, S.T., Roussel, M., Soressi, S., 2016. A Simple Photogrammetry Rig for the Reliable Creation of 3D Artifact Models in the Field: Lithic Examples from the Early Upper Paleolithic Sequence of Les Cottés (France). *Adv. Archaeol. Pract.* 4, 71–86. <https://doi.org/10.7183/2326-3768.4.1.71>

R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing 3.

Rabuñal, J.R., 2016. La tecnología lítica del Magdaleniense Superior Final de la Cova de Les Borres (La Febró): estudio morfológico y definición de estrategias de explotación. Master Thesis, Univ. Rovira i Virgili.

Rodríguez-Álvarez, X.P., 2004. Technical Systems of Lithic Production in the Lower and Middle Pleistocene of the Iberian Peninsula: Technological variability between north-eastern sites and Sierra de Atapuerca sites. John and Erica Hedges Ltd, Oxford. <https://doi.org/10.30861/9781841713922>

Saladié, P., Huguet, R., Díez, C., Rodríguez-hidalgo, A., Cáceres, I., Vallverdú, J., Rosell, J., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2011. Carcass transport decisions in Homo antecessor subsistence strategies. *J. Hum. Evol.* 61, 425–446. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2011.05.012>

Saladié, P., Rodríguez-Hidalgo, A., Huguet, R., Cáceres, I., Díez, C., Vallverdú, J., Canals, A., Soto, M., Santander, B., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Carbonell, E., 2014. The role of carnivores and their relationship to hominin settlements in the TD6-2 level from Gran

Dolina (Sierra de Atapuerca, Spain). *Quat. Sci. Rev.* 93, 47–66.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.04.00>

Schiffer, M.B., 1987. *Formation Processes of the Archaeological Record*. University of New Mexico Press, Albuquerque.

Shott, M.J., 2003. Chaîne Opératoire and reduction sequence. *Lithic Technol.* 28, 95–105.
<https://doi.org/10.1080/01977261.2003.11721005>

Shott, M.J., 2002. Weibull Estimation on Use Life Distribution in Experimental Spear-Point Data. *Lithic Technol.* 27, 93–109. <https://doi.org/10.1080/01977261.2002.11720993>

Shott, M.J., 1996. An exegesis of the curation concept. *J. Anthropol. Res.* 52, 259–280.

Shott, M.J., 1989. On Tool-Class Use Lives and The Formation of Archaeological Assemblages. *Am. Antiq.* 54, 9–30. <https://doi.org/10.2307/281329>

Shott, M.J., Seaman, M.F., 2015. Curation and recycling: estimating Paleoindian endscraper curation rates at Nobles Pond, Ohio, USA. *Quat. Int.* 361, 319–331.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.06.023>

Shott, M.J., Sillitoe, P., 2005. Use life and curation in New Guinea experimental used flakes. *J. Archaeol. Sci.* 32, 653–663. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.11.012>

Shott, M.J., Sillitoe, P., 2004. Modeling Use-Life Distributions in Archaeology Using New Guinea Wola Ethnographic Data. *Am. Antiq.* 69, 339–355. <https://doi.org/10.2307/4128424>

Stout, D., Quade, J., Semaw, S., Rogers, M.J., Levin, N.E., 2005. Raw material selectivity of the earliest stone toolmakers at Gona Afar, Ethiopia 48, 365–380.
<https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2004.10.006>

Terradillos-Bernal, M., Rodríguez-Álvarez, X.P., 2017. The influence of raw material quality on the characteristics of the lithic tool edges from the Atapuerca sites (Burgos, Spain). *Quat. Int.* 433, Part, 211–223. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.10.122>.

Terradillos-Bernal, M., Rodríguez-Álvarez, X.P., 2014. The influence of raw material qualities in the lithic technology of Gran Dolina (Units TD6 and TD10) and Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain): A view from experimental archeology. *Comptes Rendus Palevol* 13, 527–542. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2014.02.002>

Toro-Moyano, I., Barsky, D., Cauche, D., Celiberti, V., Grégoire, S., Lebegue, F., Moncel, M.-H., Lumley, H. de, 2011. The archaic stone tool industry from Barranco León and Fuente Nueva 3, (Orce, Spain): Evidence of the earliest hominin presence in southern Europe. *Quat. Int.* 243, 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.12.011>.

Toth, N., 1985. The Oldowan Reassessed: A Close Look at Early Stone Artifacts. *J. Archaeol. Sci.* 12, 101–120. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(85\)90056-1](https://doi.org/10.1016/0305-4403(85)90056-1)

Vallverdú, J., Courty, M.A., Carbonell, E., Canals, A., Burjachs, F., 2001. Les sédiments d’Homo antecessor de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Espagne). Interprétation micromorphologique des processus de formation et enregistrement paléoenvironnemental des sédiments. *L’Anthropologie* 105, 45–69. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80005-4](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80005-4)

Vaquero, M., 2011. Una cuestión de método... o tal vez no. la variabilidad de la talla discoidal en el Paleolítico Medio del Abric Romaní. *Mainake* 33, 233–250.

Vaquero, M., 1999. Variabilidad de las estrategias de talla y cambio tecnológico en el Paleolítico Medio del Abric Romaní (Capellades, Barcelona). *Trab. Prehist.* 56, 37–58.

Vaquero, M., 1997. Tecnología lítica y comportamiento humano: organización de las actividades técnicas y cambio diacrónico en el Paleolítico Medio del Abric Romaní (Capellades, Barcelona). Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.

Vaquero, M., Gené, J.M., Alonso, S., 2004. La indústria lítica, in: *Els Darrers Caçadors-Recol·lectors de La Conca de Barberà: El Jaciment Del Molí Del Salt (Vimbodí)*. Excavacions 1999-2003. Montblanc: Museu Arxiu de Montblanc i Comarca, pp. 69–134.

Venables, W.N., Ripley, B.D., 2002. *Modern applied statistics with S*, 4th ed. Springer, New York.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

4.2.2 El Barranc de la Boella

4.2.2.1 Cala 1

En el nivel II.2 de la Cala 1 se han recuperado un total de 17 núcleos, así como una BN1G de sílex, que se corresponde con un poliedro, y que hemos incluido en este grupo. El sílex es el material más empleado en la explotación, ya que supone el 88.8% del total del conjunto de núcleos, mientras el esquisto y el gres tienen una representación mínima en el conjunto (Tabla 4.1). Por otro lado, predomina el uso de nódulos como soporte con un 61.1% de los casos (66.6% si incluimos la BN1G), frente al 22.2% de los núcleos realizados sobre lasca.

	ESQUISTO	GRES	SÍLEX	TOTAL
BN1GE	1 (100%)	1 (100%)	9 (56.25%)	11 (61.11%)
BN1G	-	-	1 (6.25%)	1 (5.55%)
BN2GE	-	-	4 (25%)	4 (22.22%)
FBNE	-	-	2 (12.5%)	2 (11.11%)
TOTAL	1 (5.55%)	1 (5.55%)	16 (88.88%)	18 (100%)

Tabla 4.1. Cala 1 (Nivel II.2). Frecuencia de Bases Negativas de Explotación (BNE) por materia prima.

Con respecto a las BN1GC, se han recuperado un total de seis efectivos, en los que el esquisto se encuentra más representado (83.3%), con un único caso de un gran configurado realizado sobre sílex (Tabla 4.2).

	ESQUISTO	GRES	SÍLEX	TOTAL
BN1GC	5 (83.33%)	-	1 (16.67%)	6 (83.33%)
TOTAL	5 (83.33%)	-	1 (16.67%)	6 (100%)

Tabla 4.2. Cala 1 (Nivel II.2). Frecuencia de Bases Negativas de Primera Generación de Configuración (BN1GC) por materia prima.

Por lo tanto, hay una relación directa entre categorías estructurales y materias primas, en el que se emplea el esquisto fundamentalmente para la configuración mientras el sílex está orientado a la explotación.

Los grandes configurados sobre canto presentan valores centrales de volumen remanente significativamente más elevados que los núcleos sobre nódulo (K-S (p) = 0.02) y, especialmente, que los núcleos sobre lasca (K-S (p) = 0.01) (Figura 4.1). Igualmente, destaca una mayor homogeneidad en estos grandes instrumentos frente a la elevada variabilidad que reflejan la desviación estándar y el coeficiente de variación en el volumen remanente de los núcleos sobre nódulo (ver Tabla S 8.1).

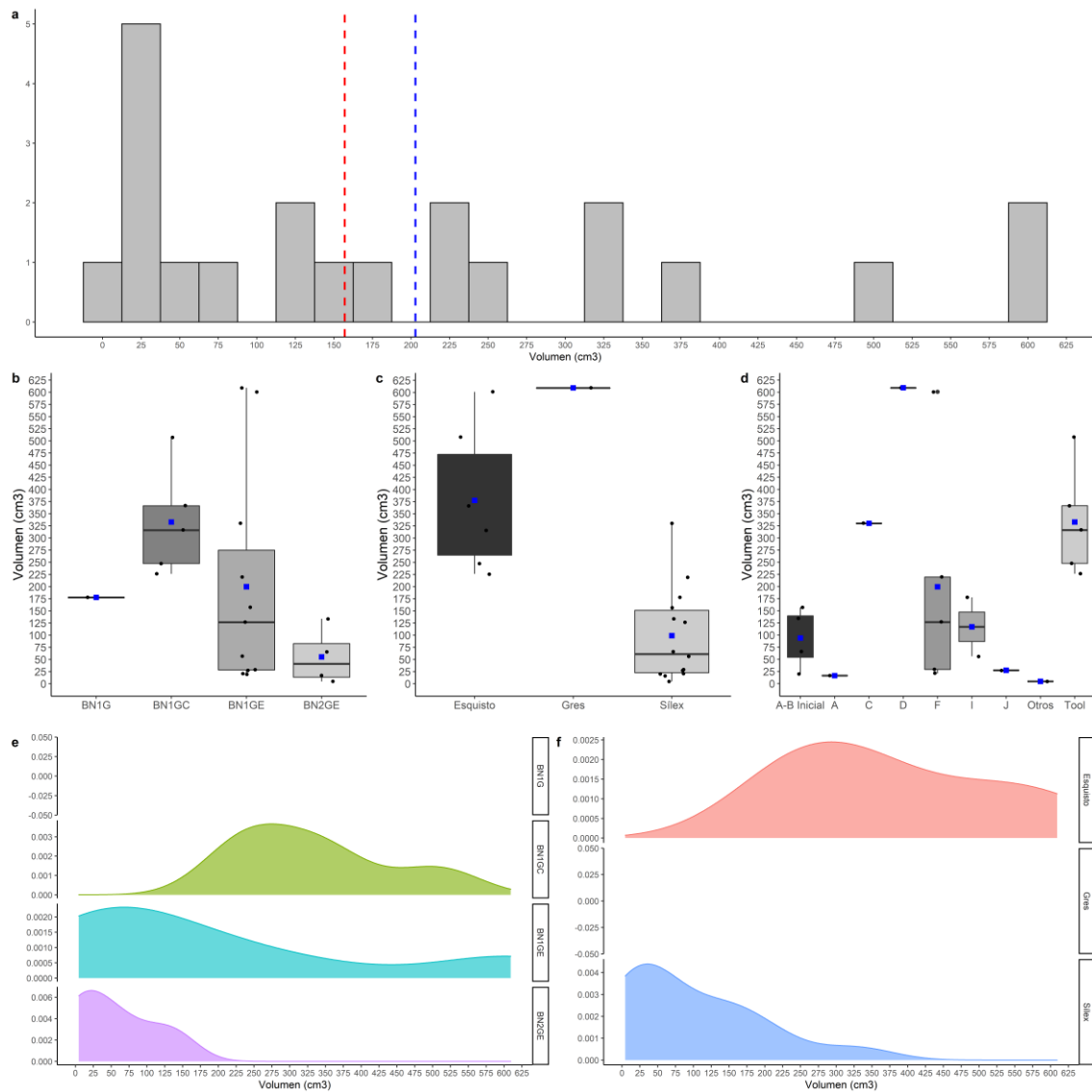


Figura 4.1. Volumen remanente (cm^3) del conjunto del Nivel II.2 de la Cala 1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Estas diferencias en el volumen remanente son debidas fundamentalmente a la longitud de los soportes y, en menor medida, a la anchura, ya que las BN1GC presentan longitudes y anchuras significativamente mayores y más homogéneas que los núcleos sobre nódulo, mientras los espesores son muy similares en ambas categorías (Figura 4.2; Tabla S 8.2-Tabla S 8.4).

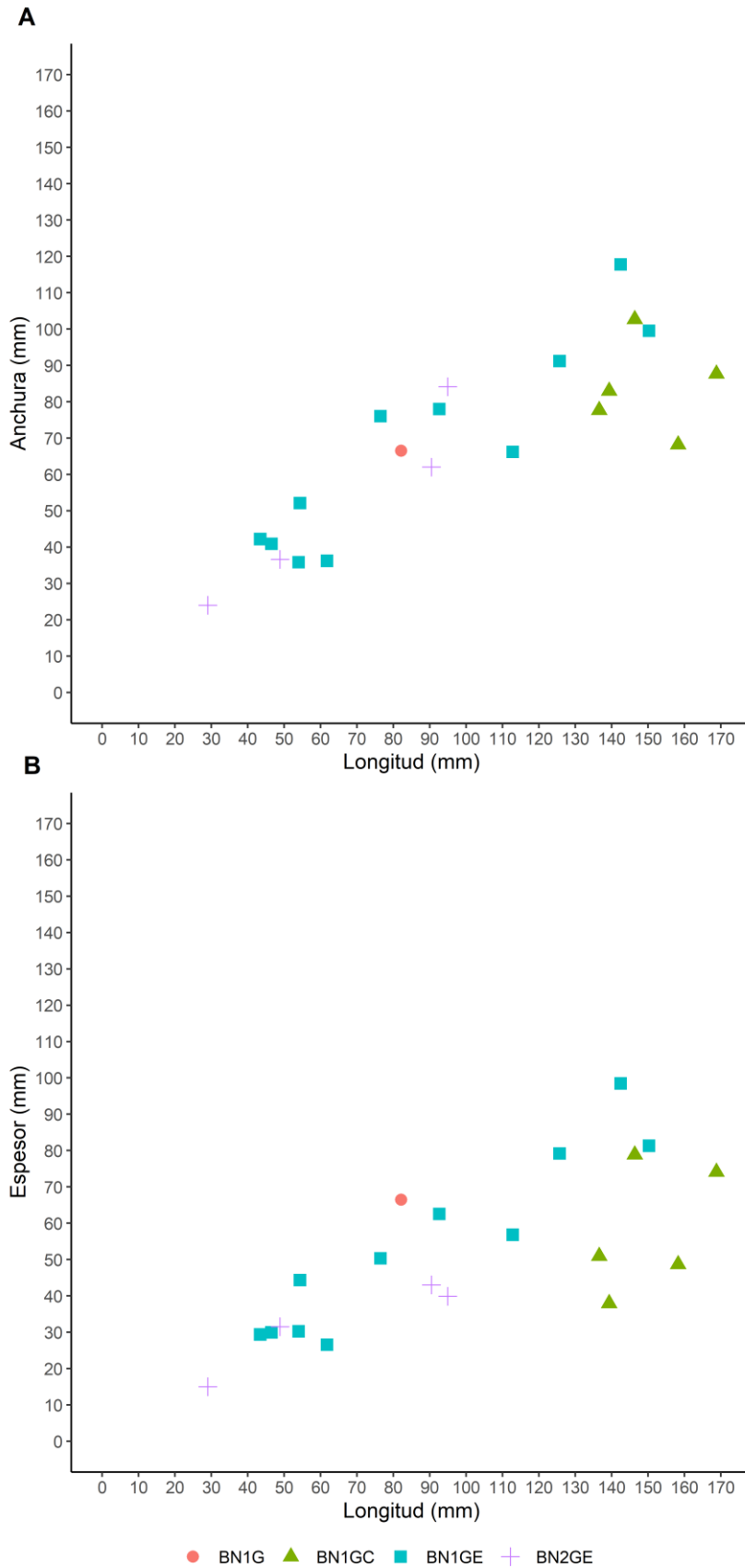


Figura 4.2. Cala 1 (Nivel II.2). Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.

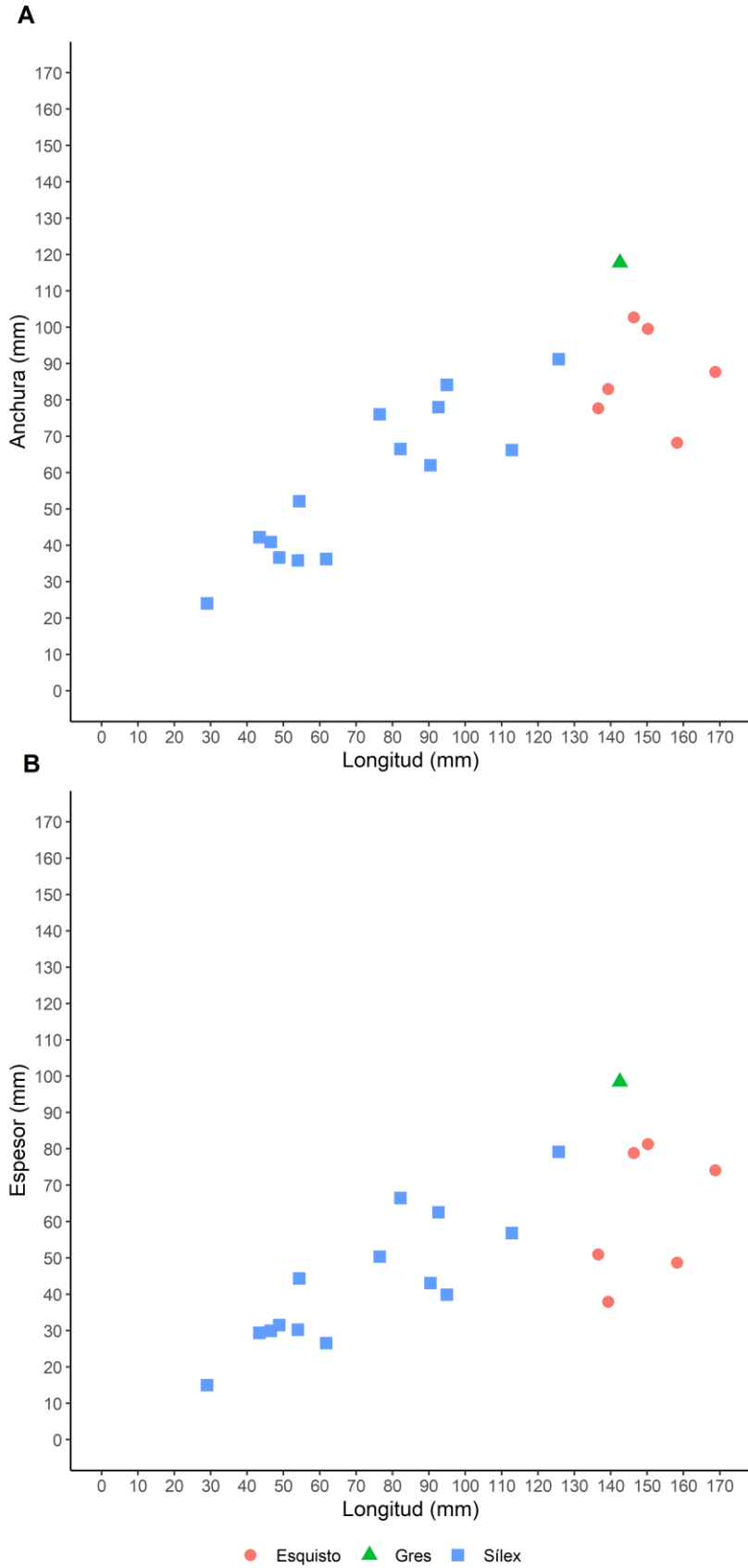


Figura 4.3. Cala 1 (Nivel II.2). Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por materia prima.

Debido a la correspondencia entre materias primas y categorías estructurales, nos encontramos el mismo patrón al separar los resultados por litologías. Así, el sílex presenta una media de volumen remanente de 98.8cm³, tres veces inferior al esquisto (media = 351.4cm³). En cambio, el único efectivo de gres recuperado presenta un volumen remanente de 609.2cm³ (Figura 4.3; Tabla S 8.5).

Con respecto al número de superficies intervenidas en los núcleos, predominan los núcleos bifaciales, entre los que destacan aquellos en los que se intervienen dos superficies contiguas (n = 7; 87.5%), frente a las opuestas (n = 1, 12.5%). Los unifaciales están bien representados dentro del conjunto, mientras que los trifaciales y multifaciales son menos frecuentes (Tabla 4.3).

	UNIFACIAL	BIFACIAL	TRIFACIAL	MULTIFACIAL	TOTAL
BN1GE	4 (36.36%)	6 (54.54%)	1 (9.09%)	-	11
BN2GE	2 (50%)	2 (50%)	-	-	4
BN1G	-	-	-	1 (100%)	1
TOTAL	6 (37.5%)	8 (50%)	1 (6.25%)	1 (6.25%)	16 (100%)

Tabla 4.3. Cala 1 (Nivel II.2). Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.

De igual modo, predominan aquellos núcleos que presentan dos plataformas, siendo más comunes las plataformas contiguas (n = 6, 75%), que las opuestas (n = 2, 25%). Los núcleos con una y múltiples plataformas de percusión están igualmente representados, con cuatro casos en cada grupo, aunque dentro de los multipolares es más frecuente el uso de plataformas mixtas (n = 3; 75%), donde se produce una combinación de plataformas contiguas y opuestas, mientras que la organización de las plataformas articuladas alrededor del perímetro del núcleo sólo se ha documentado en un caso (Tabla 4.4).

	UNIPOLAR	BIPOLAR	MULTIPOLAR	TOTAL
BN1GE	2 (18.18%)	6 (54.54%)	3 (27.27%)	11
BN2GE	2 (50%)	2 (50%)	-	4
BN1G	-	-	1 (100%)	1
TOTAL	4 (25%)	8 (50%)	4 (25%)	16 (100%)

Tabla 4.4. Cala 1 (Nivel II.2). Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.

Al cruzar los datos de polaridad general con la facialidad y la disposición general de los levantamientos, nos encontramos con un escenario muy variable. Así, en los unifaciales se ha documentado estrategias multipolares centrípetas y bipolares opuestas, aunque son más abundantes las estrategias unipolares longitudinales (Tabla 4.5).

Con respecto a los bifaciales, es más frecuente el uso de dos plataformas, siendo la bipolar ortogonal la estrategia mejor representada, mientras la bipolar opuesta sólo ha sido identificada en dos efectivos.

	CENTRÍPETO	LONGITUDINAL	OPUESTO	ORTOGONAL	OTROS	TOTAL
UNIFACIAL	1 (16.66%)	4 (66.66%)	1 (16.66%)	-	-	6
BIFACIAL	-	-	2 (25%)	6 (75%)	-	8
CONTIGUO	-	-	1 (14.28%)	6 (85.72%)	-	7
OPUESTO	-	-	1 (100%)	-	-	1
TRIFACIAL	-	-	-	1 (100%)	-	1
MULTIFACIAL	-	-	-	-	1 (100%)	1
TOTAL	1 (6.25%)	4 (25%)	3 (18.75%)	7 (43.65%)	1 (6.25%)	16

Tabla 4.5. Cala 1 (Nivel II.2). Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.

No obstante, es preciso tener en cuenta que aquí presentamos la disposición general de los levantamientos en la superficie completa de los núcleos, atendiendo a la relación entre los levantamientos de las diversas caras. Si atendemos a cada una de las caras intervenidas de manera individual, observamos cómo en los bifaciales estas disposiciones ortogonales en realidad consisten principalmente en series unipolares longitudinales por cada superficie.

Por último, en el núcleo trifacial los levantamientos siguen una disposición general de tipo ortogonal, mientras que en el caso del núcleo multifacial los levantamientos siguen múltiples direcciones.

VSE A-B Inicial: se han recuperado cuatro núcleos pertenecientes a esta estructura volumétrica en el que se han empleado diferentes soportes: nódulos, fragmentos y lascas. El núcleo sobre nódulo parece corresponderse con un testeo de la materia prima que finalmente se descarta probablemente por la presencia de una gran geoda que cubre la mitad de la superficie del soporte. Los tres núcleos restantes -realizados sobre lasca y fragmentos- se corresponden con series de explotación cortas, orientadas a la obtención de pocos productos, sin seguir una estrategia bien definida (Figura 4.4a, b).

VSE A: únicamente se ha identificado un núcleo perteneciente a esta estructura. Se trata de una lasca de sílex en la que se explota la cara dorsal siguiendo una estrategia unipolar longitudinal, abarcando los negativos casi la totalidad del perímetro (3C) y empleando la cara ventral directamente como plataforma de percusión (Figura 4.4i).

VSE C: el único núcleo que corresponde a esta estructura presenta una superficie de explotación sobre la cual se realizan primero dos extracciones unipolares longitudinales,

posteriormente se rota el núcleo y se realiza otra serie de extracciones unipolares longitudinales opuestas a la primera serie (Figura 4.4f).

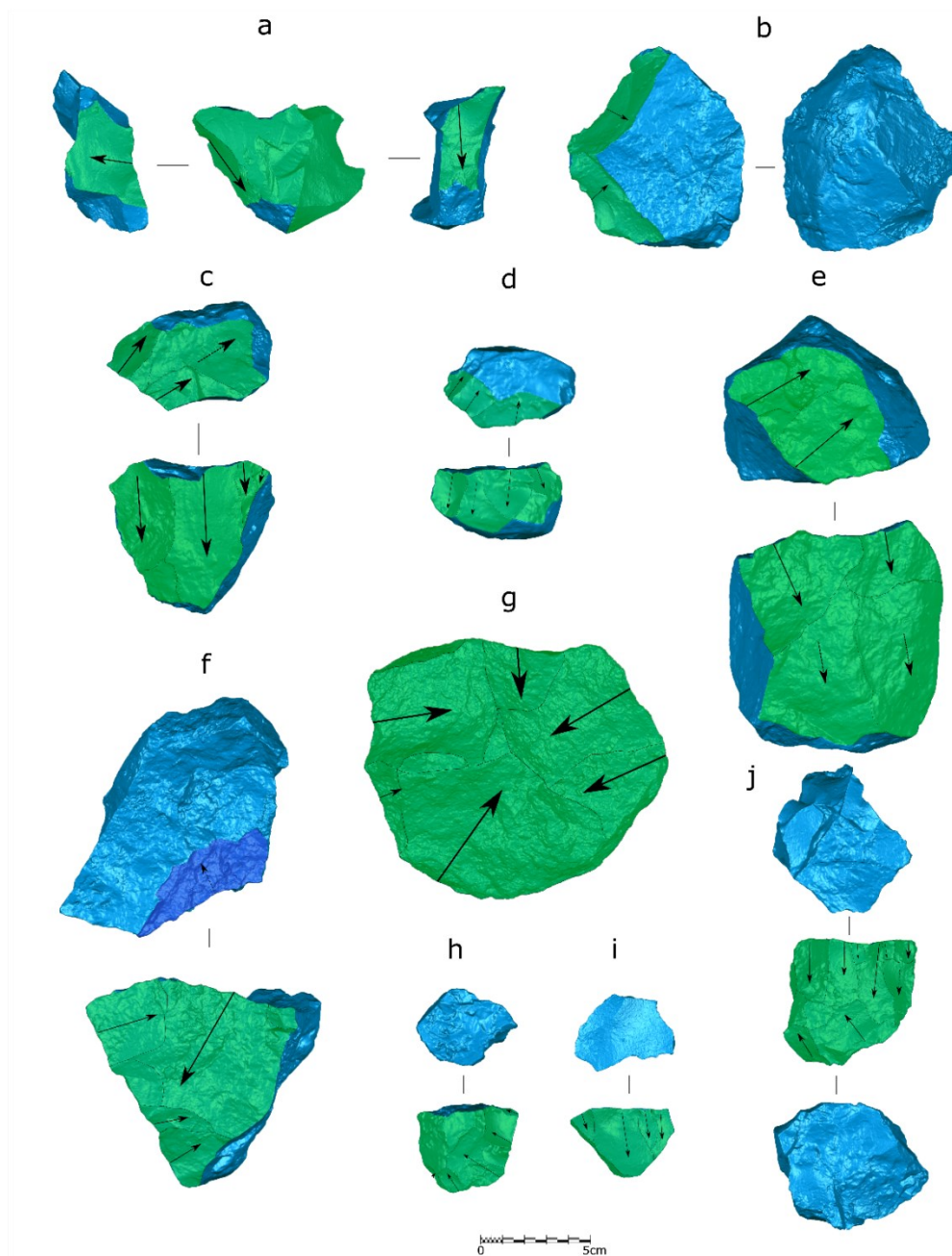


Figura 4.4. Núcleos recuperados en el nivel II.2 de la Cala 1: a) BB07 II.2 N13 199; b) BB20 II.2 L08 3; c) BB15 II.2 L14 1; d) BB20 II.2 L07 2; e) BB17 II.2 J14 1; f) BB20 II.2 K07 1; g) BB07 II.2 O12 72; h) BB19 II.2 S06 1; i) BB18 II.2 Q14 5; j) BB18 II.2 M11 1.

VSE D: esta estructura volumétrica se ha documentado en un núcleo de gres de grandes dimensiones. Presenta una única superficie intervenida sobre la que se disponen extracciones centrípetas alrededor del perímetro, que abarcan toda la superficie (Figura 4.4g).

VSE F: se trata de la estructura volumétrica mejor representada en este conjunto ($n = 5$). Desde el punto de vista técnico son bifaciales, ya que se intervienen dos superficies contiguas de los soportes mediante series unipolares longitudinales en cada superficie. Sin embargo, estos núcleos presentan un concepto de talla unifacial unipolar longitudinal, ya que la primera cara es intervenida mediante la extracción de pequeñas lascas con el objetivo de adecuar esta superficie como plataforma de percusión para la extracción de lascas más profundas en la segunda cara (Figura 4.4c-e).

VSE I: se han recuperado dos núcleos correspondientes a esta estructura. En el primer caso se trata de un núcleo que técnicamente es trifacial ortogonal, y que en realidad se ha obtenido por dos series longitudinales realizadas sobre la misma superficie desde dos plataformas opuestas, ambas con extracciones de preparación. Las series de explotación se realizan sobre una de las caras anchas del núcleo y presentan un marcado desarrollo a lo largo del perímetro del núcleo, siguiendo un concepto volumétrico similar a la VSE B (Figura 4.4j). El otro núcleo corresponde a un poliedro realizado en sílex, con un contorno anguloso en el cual las extracciones siguen múltiples direcciones.

VSE J: únicamente se ha recuperado un núcleo realizado sobre un nódulo de sílex, en el que primero se realiza una gran extracción para preparar la plataforma de percusión y que cubre toda la superficie. Posteriormente el núcleo se explota siguiendo la técnica bipolar sobre yunque cambiando de plataforma de percusión a lo largo de la secuencia, pero manteniendo la misma superficie de explotación (Figura 4.4h).

Otros: se trata de un pequeño núcleo de sílex en un estadio final de reducción que ha sido explotado de forma bipolar sobre yunque al menos en la parte final de la secuencia. Sin embargo, dadas las dimensiones del núcleo, la aplicación de esta técnica parece estar vinculada a un momento de aprovechamiento final del volumen.

Con respecto a los grandes instrumentos sobre canto destaca la presencia de cuatro picos de esquisto que presentan un triedro distal (Figura 4.5). En ellos se pueden observar dos tendencias, ya que por lo general presentan una o dos series largas de extracciones orientadas a la configuración de un triedro distal, aunque en ocasiones también se aprovecha la propia morfología del canto sin modificar (Figura 4.5c). Además, se ha recuperado un gran instrumento realizado sobre un nódulo de sílex, que destaca por ser el primer gran instrumento recuperado en esta materia prima. Lamentablemente, no se ha podido incorporar a este estudio por encontrarse en proceso de análisis de residuos. El último instrumento consiste en un *chopper* sobre canto que ha sido escasamente modificado, en el que se configura una punta distal con una serie de extracciones marginales. A estos grandes instrumentos sobre canto es preciso añadir otro pico sobre una lasca de grandes dimensiones de esquisto de buena calidad

(Vallverdú, 2014; Mosquera et al., 2015, 2016), en el que estudios previos han identificado un proceso de configuración más complejo, ya que primero hay una serie de configuración mediante extracciones muy invasivas, mientras la segunda generación de extracciones se realiza con el fin de configurar el lateral izquierdo (Mosquera et al., 2016).

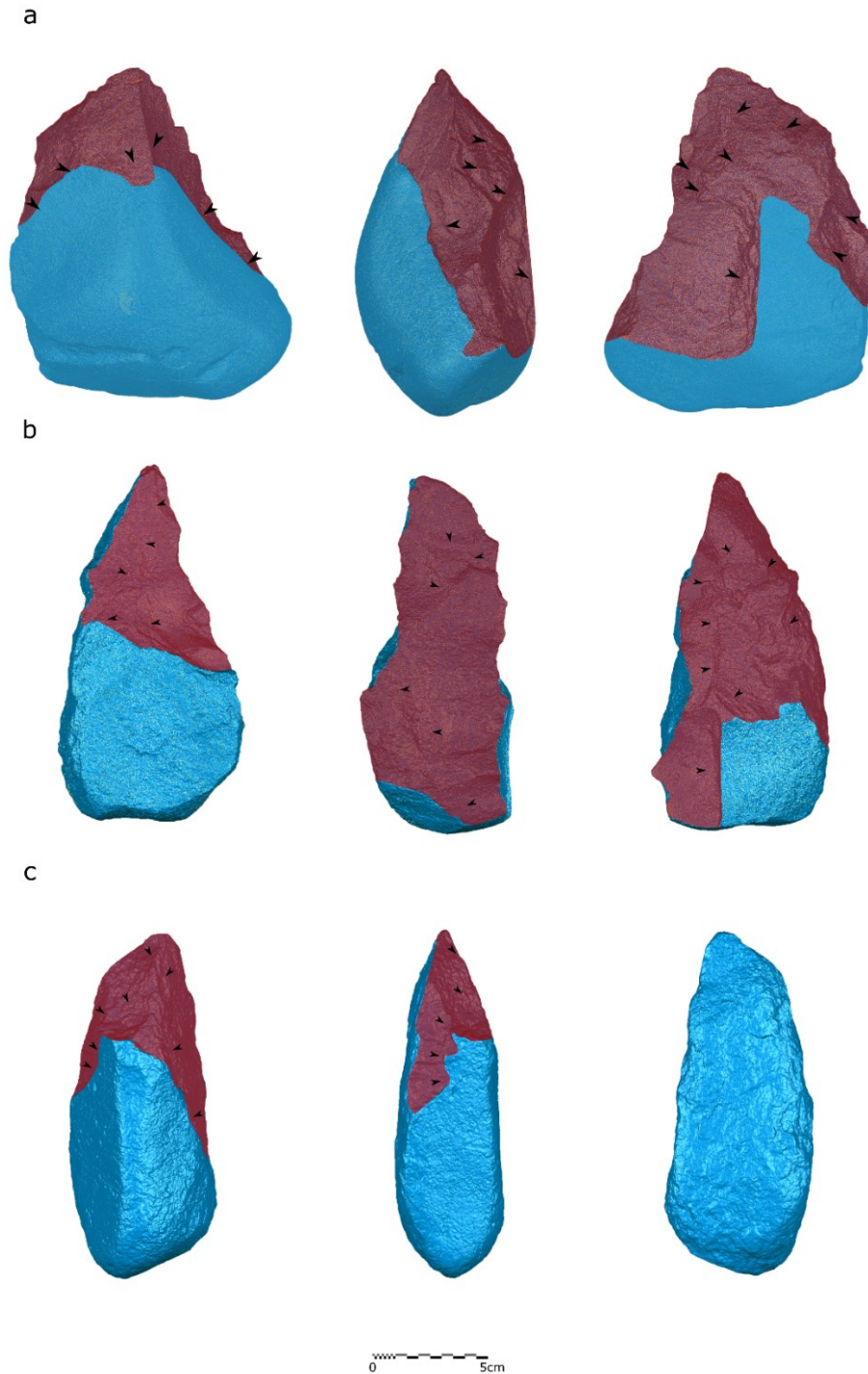


Figura 4.5 BNIGC. recuperados en el nivel II.2 de la Cala 1: a) BB19 II.2 S10 2; b) BB18 II.2 R14 9 c) BB1 II.2 R10 5.

Estos grandes instrumentos presentan por lo general un menor porcentaje de superficie no cortical en comparación con los núcleos, independientemente del tipo de soporte de estos últimos (Figura 4.6). Así, los configurados presentan una media de 47% de superficie no cortical, frente al 73% y 89% de los núcleos sobre canto y sobre lasca, respectivamente (Tabla S 8.9).

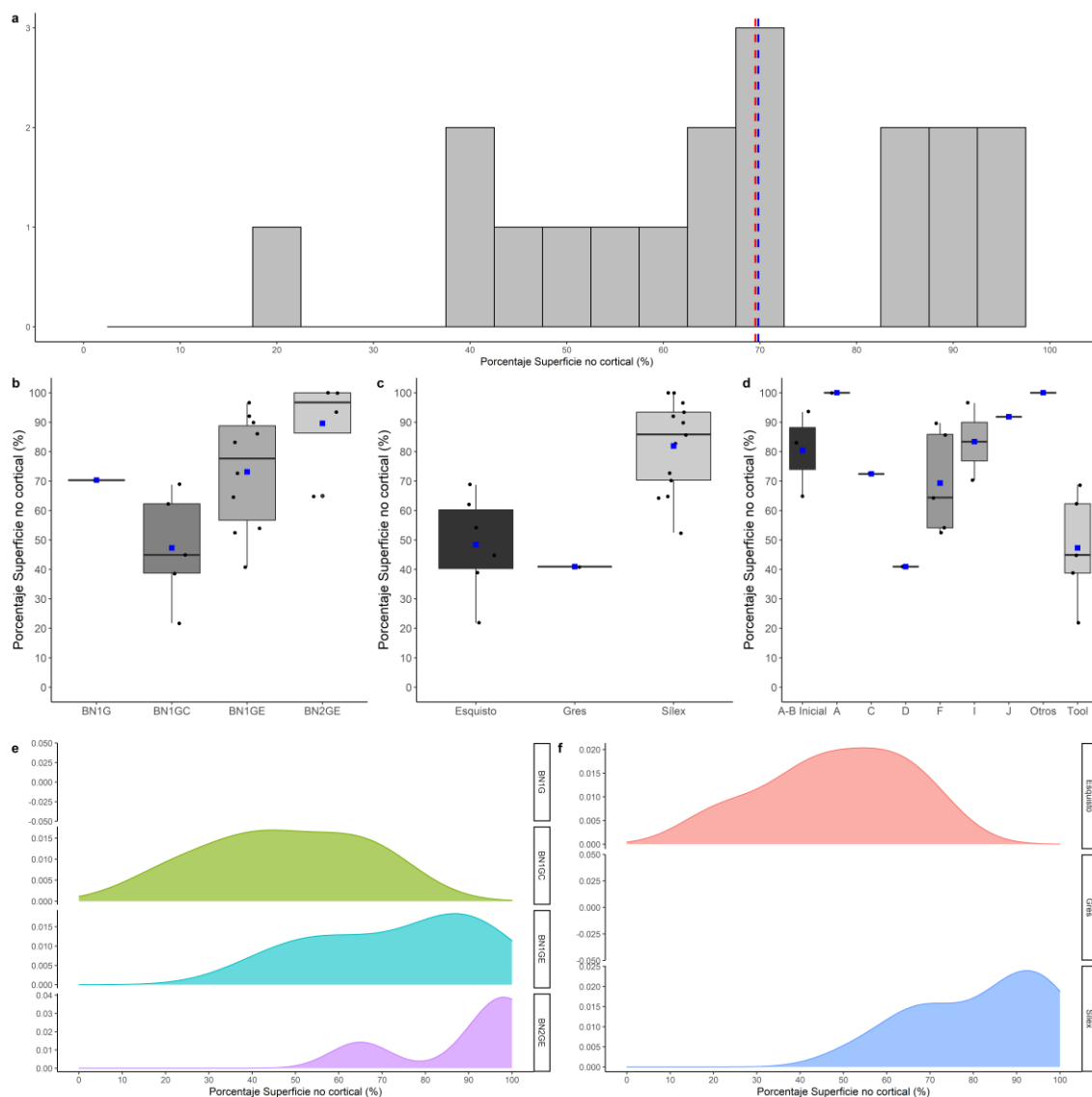
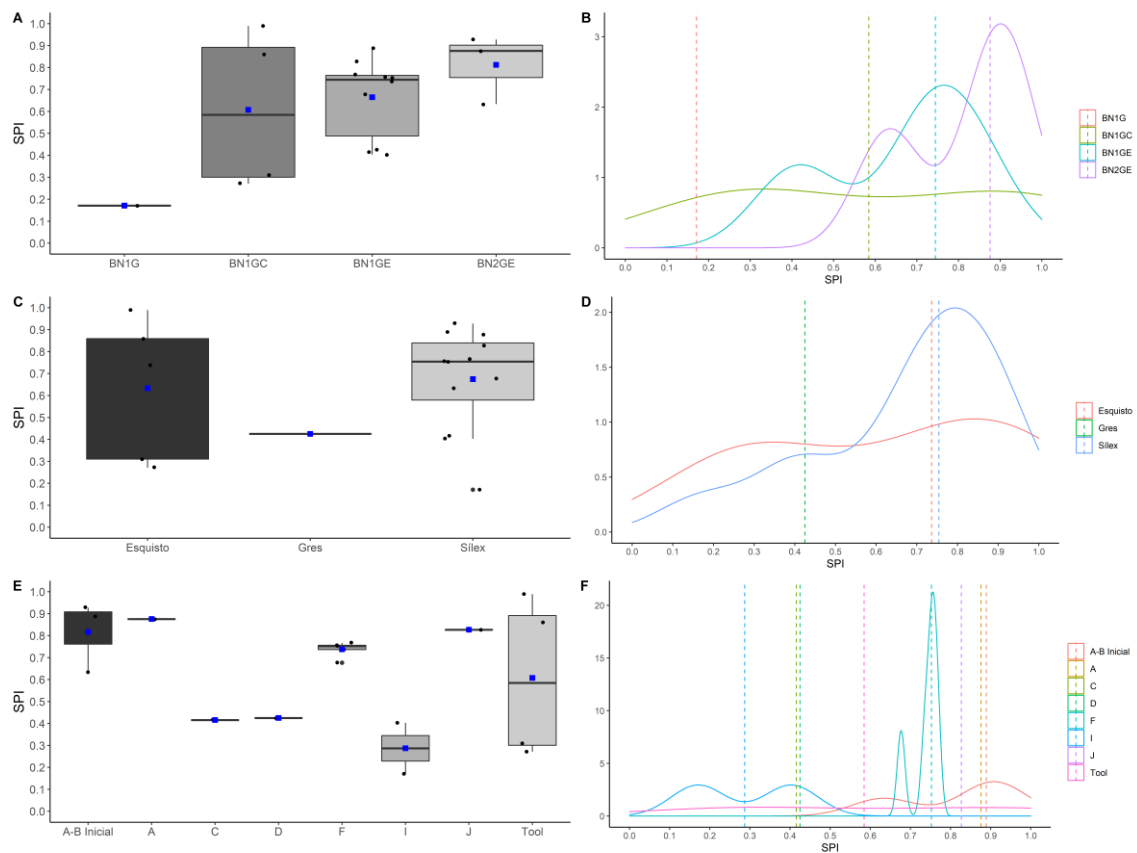


Figura 4.6. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto del nivel II.2 de la Cala 1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Los valores obtenidos a través del SPI también presentan diferencias entre las distintas categorías, tanto en los valores centrales como en la distribución de los mismos. Las BN2GE presentan una mediana sensiblemente más elevada (0.87) que las BN1GE (0.74) y,

especialmente, que las BN1GC (0.58). A pesar de esto, llama la atención la variabilidad interna de las BN1GC (CV = 60.8), lo que indica el uso de diversas estrategias en la configuración de estos cantos y contrasta con las distribuciones bimodales de los núcleos (Figura 4.7



). Estos últimos, independientemente del tipo de soporte empleado, presentan una concentración principal de valores en torno a 0.7-0.9, correspondiente a estrategias unificiales unipolares longitudinales y bifaciales ortogonales, y otra acumulación secundaria entre 0.3-0.6, correspondiente a estrategias unificiales ortogonales, unificiales centrípetas y multipolares multifaciales (ver Tabla S 8.15-Tabla S 8.16).

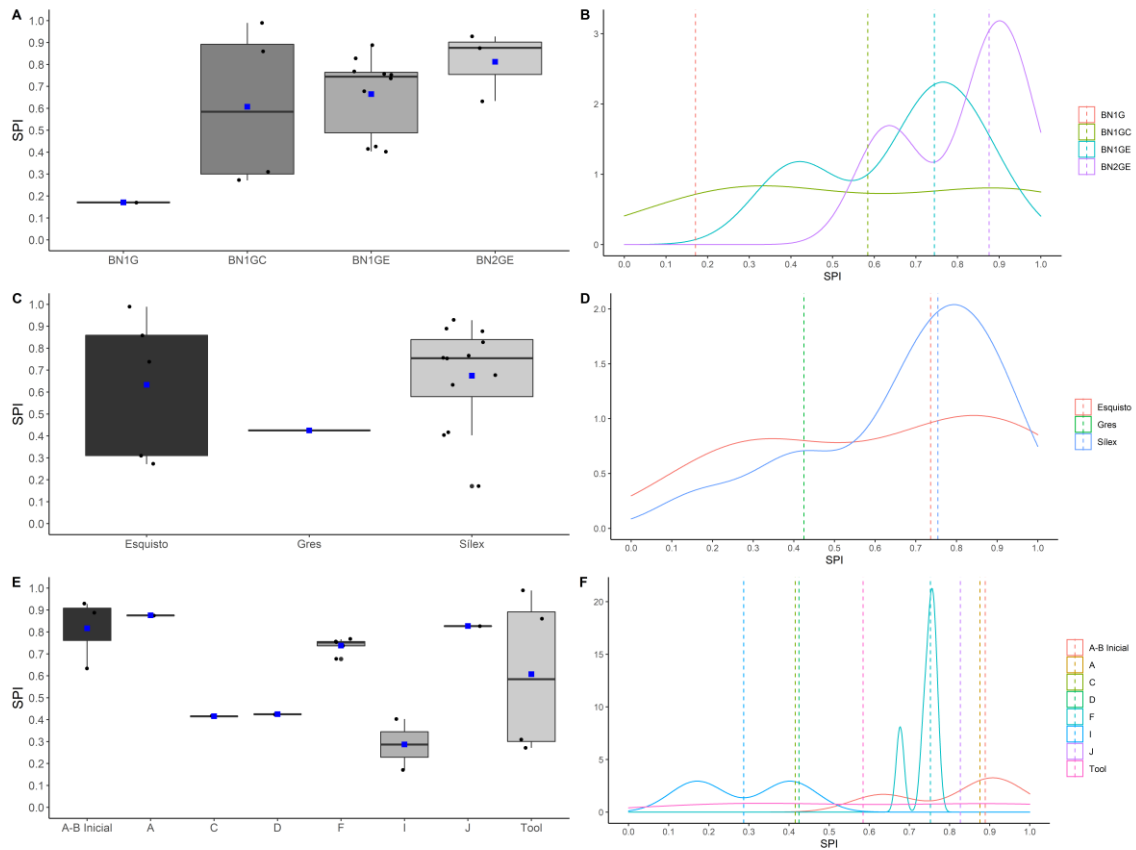


Figura 4.7. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto del nivel II.2 de la Cala 1. Boxplot, a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.

Estas diferencias en la variabilidad de la disposición de levantamientos parecen tener un nivel de dependencia distinto respecto al grado de reducción en función de la categoría estructural, ya que los configurados sobre canto, además de presentar valores inferiores de SDI en comparación con los núcleos sobre nódulo (Figura 4.8), presentan una correlación negativa elevada entre el SPI y el SDI ($r = -0.80$, $r^2 = 0.65$, $p = 0.19$), aunque no significativa, probablemente debido al tamaño reducido de la muestra. Esta tendencia podría indicar que los patrones en la disposición de los levantamientos se van haciendo más complejos a medida que aumenta la reducción, lo que reflejaría una gestión de estos cantos en función de los formatos de partida, sin la necesidad de realizar series largas de configuración en aquellas morfologías más similares a las formas buscadas. Los núcleos sobre lasca muestran una gran variabilidad interna con respecto al SDI. Prueba de ello son tanto el coeficiente de variación elevado (124.6), como las diferencias entre la media (0.0006) y la mediana (0.0002) -lo que indica la presencia de *outliers* muy reducidos-, aunque la tendencia general es de una baja reducción (Tabla S 8.12). Tanto en las BN1GE ($r = 0.13$, $r^2 = 0.01$, $p = 0.70$), como en las BN2GE ($r = 0.27$, $r^2 = 0.07$, $p = 0.82$) no existe esta correlación entre SDI y SPI, lo que puede indicar una

cierta independencia en la disposición de los levantamientos en función del grado de reducción.

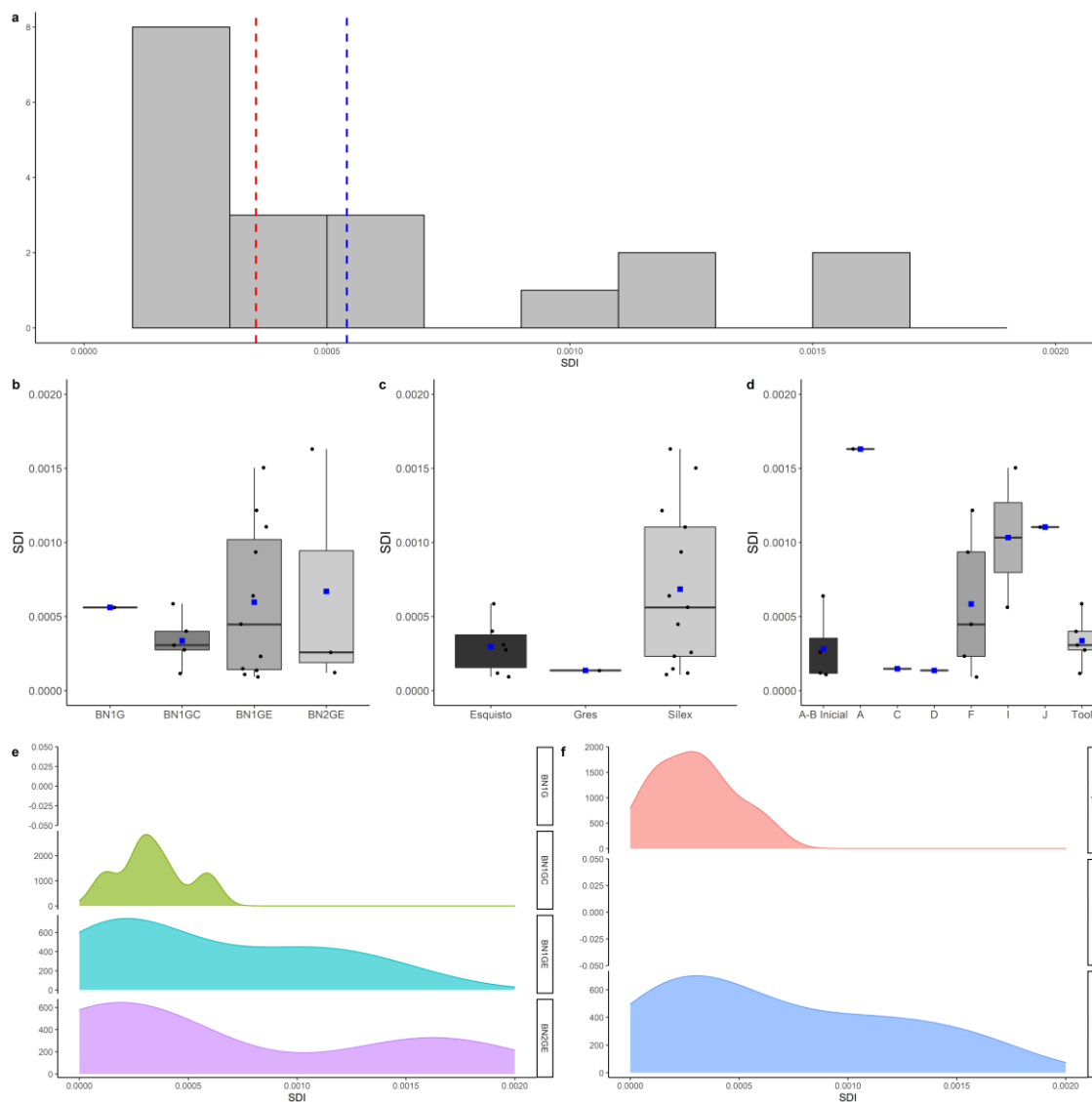


Figura 4.8. Scar Density Index (SDI) del conjunto del nivel II.2 de la Cala 1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Dada la correspondencia entre materias primas y categorías estructurales, los resultados para estas variables (porcentaje de superficie no cortical, SPI, SDI) en función de cada grupo litológico son similares a las encontradas entre las distintas categorías estructurales.

El sílex tiene un porcentaje de superficie no cortical muy elevado, llegando a valores centrales del 80%, mientras el esquisto y el gres presentan valores entorno al 40%. De nuevo, tanto las similitudes en los valores centrales como las diferencias en la distribución de los mismos se mantienen al comparar los resultados del SPI con cada grupo litológico, siendo el esquisto el

que presenta una mayor variabilidad en comparación con el sílex, mostrando valores de SDI inferiores (ver Tabla S 8.10, Tabla S 8.13, Tabla S 8.16).

Existen diferencias muy marcadas en el volumen estimado a través del VRM en función de la materia prima, ya que, de media, los cantos de esquisto doblan en volumen a los nódulos de sílex. Del mismo modo, existen diferencias considerables en función de la estructura volumétrica de explotación (Figura 4.9). Así, mientras la VSE J presenta un valor muy inferior en comparación con el resto del conjunto, las VSE C y F presentan estimaciones de volúmenes originales mayores (ver Tabla S 8.17, Tabla S 8.19).

A pesar de estas diferencias en las estimaciones de los volúmenes de partida, el nivel de reducción es muy bajo a nivel de conjunto, independientemente de la categoría estructural, de la materia prima o de la VSE, con valores centrales que oscilan entre el 25% y el 50% de volumen extraído (Figura 4.10). En este sentido, las BN1GE y BN1GC presentan valores muy similares (34.08% y 26.27%, respectivamente). Dentro de los núcleos, están ligeramente más reducidas las VSE I y J, con medias de entorno al 42% y 52%, respectivamente, mientras que el resto de las estructuras presentan porcentajes similares a los instrumentos sobre canto (Tabla S 8.20, Tabla S 8.22). No obstante, es preciso tener en cuenta que contamos con muy pocos efectivos dentro de cada estructura volumétrica.

Existe una correlación positiva para los resultados obtenidos entre los tres indicadores del grado de reducción empleados. Así, el porcentaje de volumen extraído presenta una correlación moderada tanto con el SDI ($r = 0.61$, $r^2 = 0.37$, $p = 0.01$), como con el porcentaje de superficie no cortical ($r = 0.59$, $r^2 = 0.35$, $p = 0.02$), mientras el SDI y el porcentaje de superficie no cortical muestran una correlación alta entre ambas ($r = 0.73$, $r^2 = 0.53$, $p = 0.0003$).

Por otro lado, no existe una correlación entre el porcentaje de volumen extraído con el volumen original estimado de los soportes ($r = 0.08$, $r^2 = 0.0064$, $p = 0.77$), ni con el volumen remanente ($r = -0.13$; $r^2 = 0.01$, $p = 0.64$), aunque se produce una correlación muy alta ($r = 0.96$; $r^2 = 0.92$, $p < 0.05$) entre estas dos últimas variables, que puede ser debido al bajo grado de reducción general del conjunto. Por último, se observa una tendencia al decorticado de los núcleos y configurados a medida que éstos van disminuyendo en volumen ($r = -0.71$, $r^2 = 0.51$, $p = 0.0003$) (Figura 4.11).

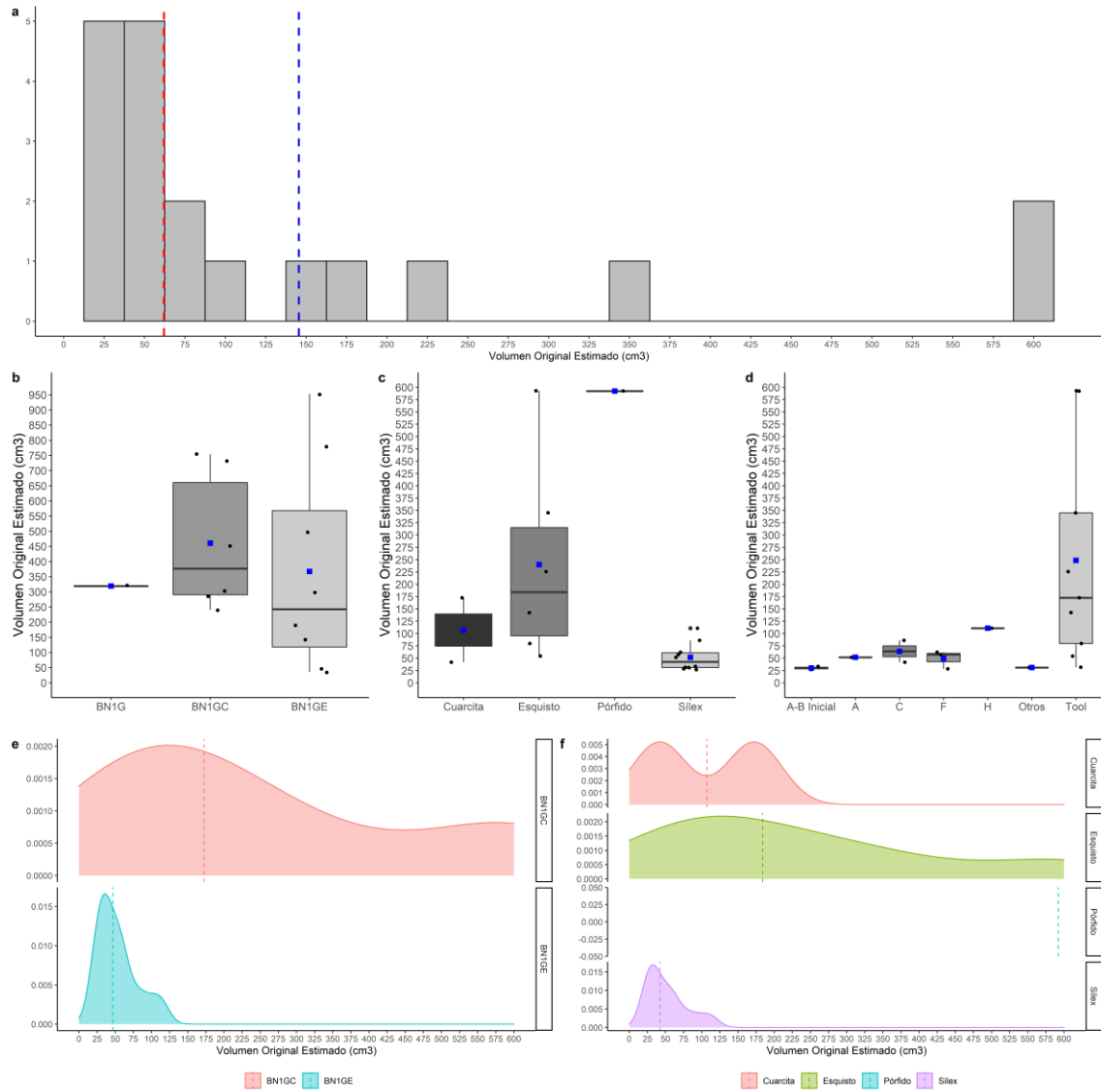


Figura 4.9. Volumen original estimado (cm^3) del conjunto del nivel II.2 de la Cala 1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

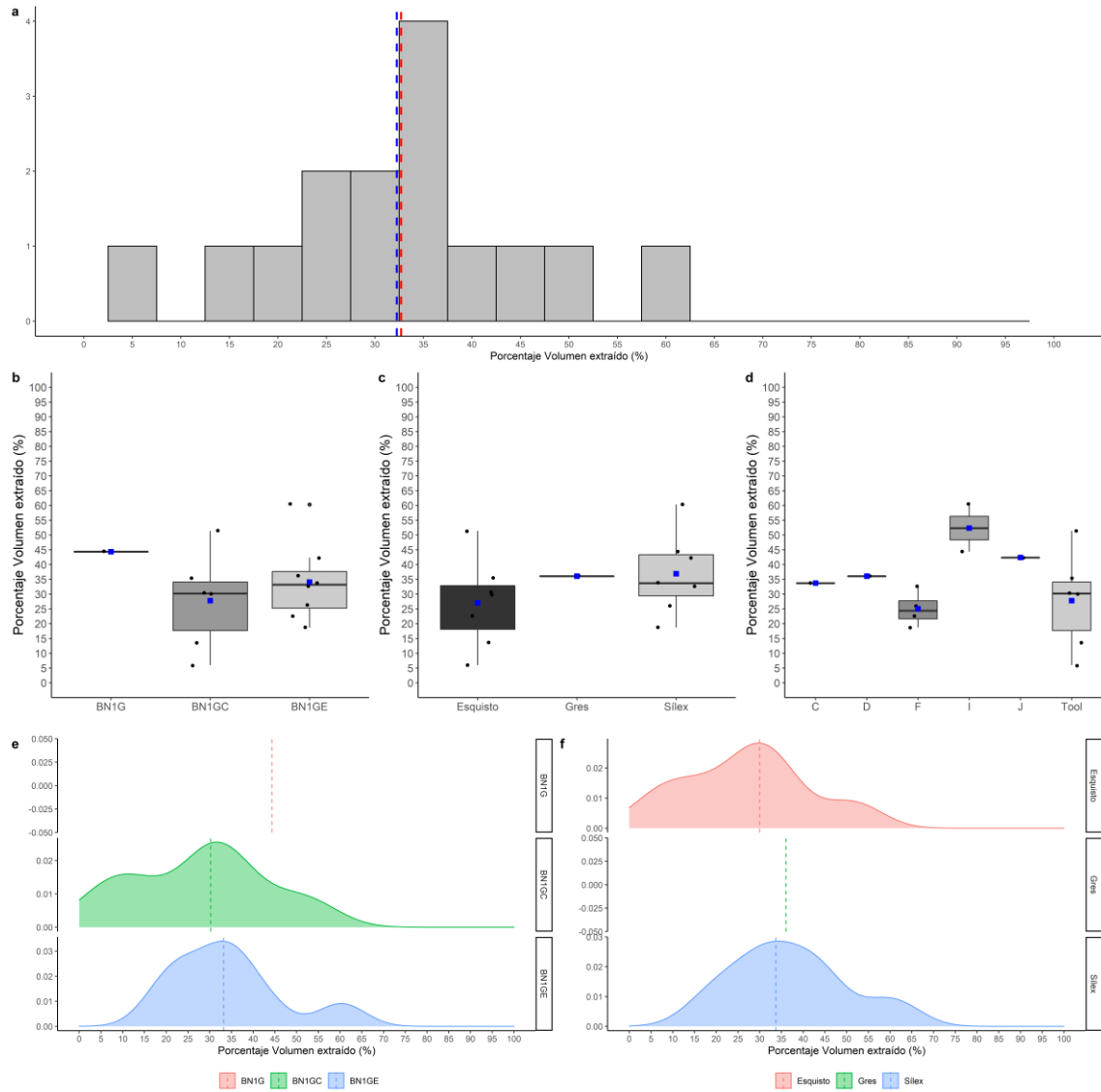


Figura 4.10. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto del nivel II.2 de la Cala 1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

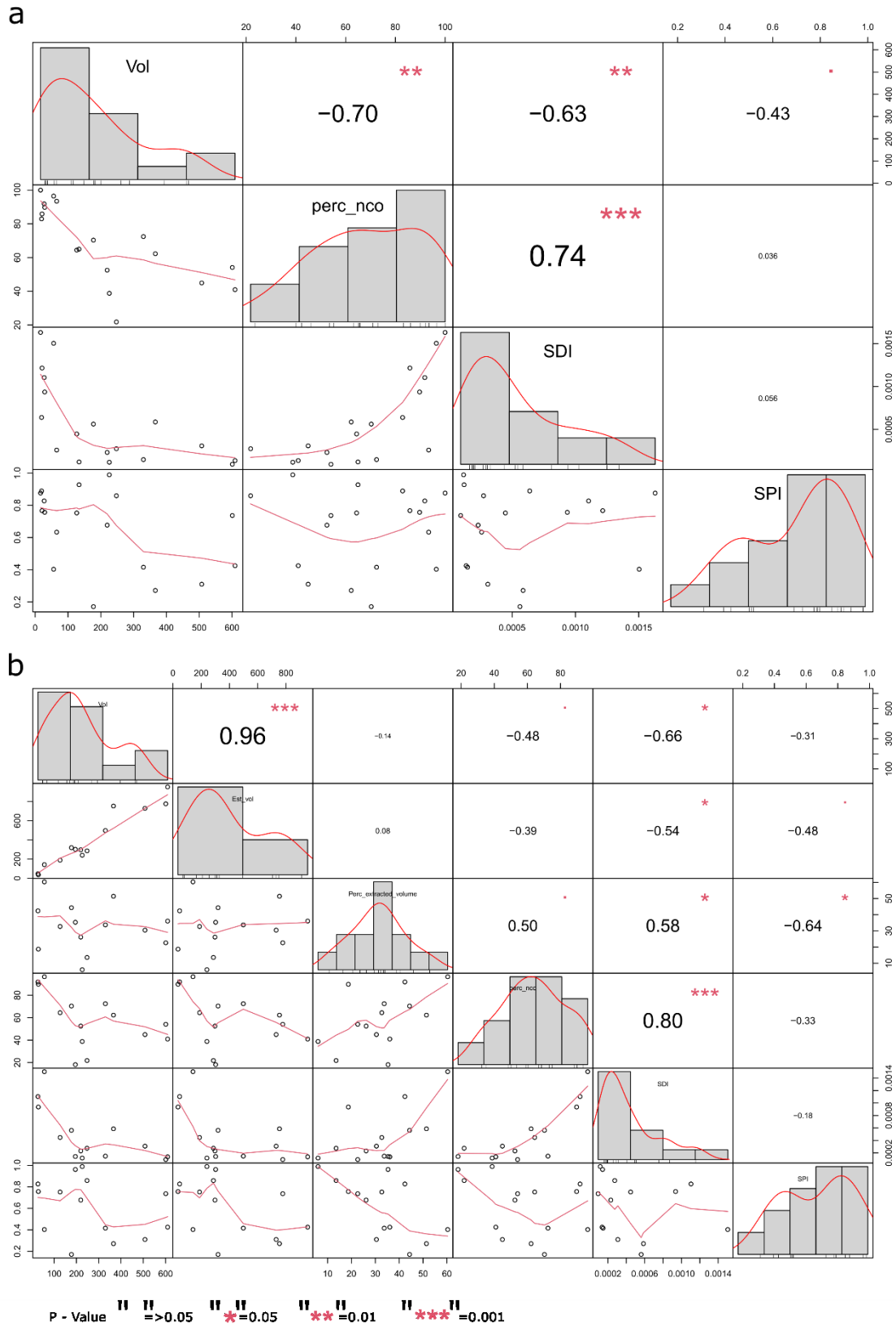


Figura 4.11. Matrices de correlaci3 para las distintas variables analizadas del conjunto del nivel II.2 de la Cala 1. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribuci3 de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal se muestran los grÁficos de dispersi3 bivariados con una lÍnea ajustada. En la parte superior de la diagonal, el valor de la correlaci3 mÁs el nivel de significaci3 como estrellas.

4.2.2.2 La Mina

Se han recuperado un total de 13 núcleos en la unidad II de La Mina. De ellos, 11 están realizados sobre canto o nódulo (84.6%), mientras que los otros 2 casos restantes se corresponden con fragmentos de núcleo (Tabla 4.6). Con respecto a los configurados sobre canto, se han recuperado 11 efectivos de los cuales 2 se corresponden con fragmentos.

	ESQUISTO	PÓRFIDO	CUARCITA	SÍLEX	TOTAL
BN1GE	-	-	1 (100%)	10 (83.3%)	11 (84.6%)
FBNE	-	-	-	2 (16.7%)	2 (15.4%)
TOTAL	-	-	1 (7.7%)	12 (92.3%)	13 (100%)

Tabla 4.6. La Mina (Unidad II). Frecuencia de Bases Negativas de Explotación (BNE) por materia prima.

Si atendemos a la distribución por materias primas, se aprecia una cierta correspondencia entre litologías y categorías estructurales, ya que para la explotación se utiliza principalmente el sílex, con el 92.3% de los núcleos realizados en esta materia prima, documentándose un único caso en cuarcita. En cambio, los configurados sobre canto están realizados sobre otras litologías como la cuarcita, el pórfido y especialmente el esquisto, que representa el 54.5% del total de BN1GC (Tabla 4.7).

	ESQUISTO	PÓRFIDO	CUARCITA	SÍLEX	TOTAL
BN1GC	6 (54.54%)	1 (9.09%)	1 (9.09%)	1 (33.3%)	9 (81.8%)
FBN1G	-	-	-	2 (66.6%)	2 (18.2%)
TOTAL	6 (54.54%)	1 (9.09%)	1 (9.09%)	3 (27.27%)	11 (100%)

Tabla 4.7. La Mina (Unidad II). Frecuencia de Bases Negativas de Primera Generación de Configuración (BN1GC) por materia prima.

Esta correspondencia entre categoría estructural y materia prima puede explicar las diferencias en el formato y el tamaño de los soportes, presentando volúmenes y dimensiones considerablemente más elevados las BN1GC, con una media de 160.8cm³ de volumen remanente, además de una mayor variabilidad interna, que se manifiesta en un mayor coeficiente de variación (ver Tabla S 8.24). En cambio, las BN1GE muestran de media valores hasta casi seis veces inferiores (ver Tabla S 8.24; Figura 4.12), siendo estas diferencias estadísticamente significativas tanto en los valores centrales como en la distribución de estos (M-W < 0.05; K-S < 0.05).

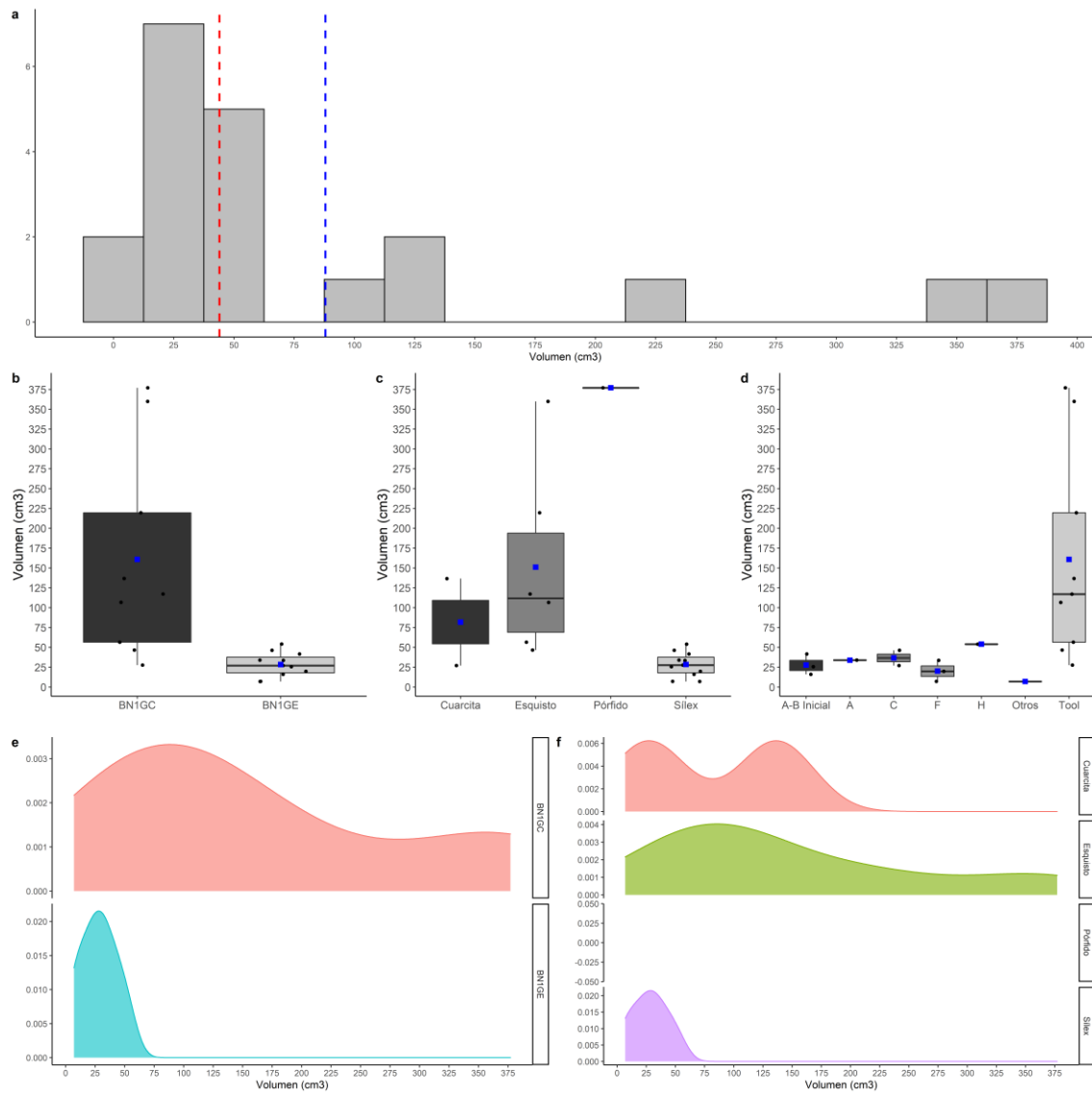


Figura 4.12. Volumen remanente (cm³) del conjunto de la unidad II de la Mina. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

La longitud y la anchura de los soportes presentan un patrón similar, ya que las BN1GC tienen de media 92.6 mm de longitud y 75.6 mm de anchura, frente a los 47.8 mm y 39.2 mm de las BN1GE. Como resultado, los núcleos son más compactos y menos alargados que los configurados. Con respecto al espesor, ambas categorías presentan valores centrales similares (Tabla S 8.25-Tabla S 8.27; Figura 4.13).

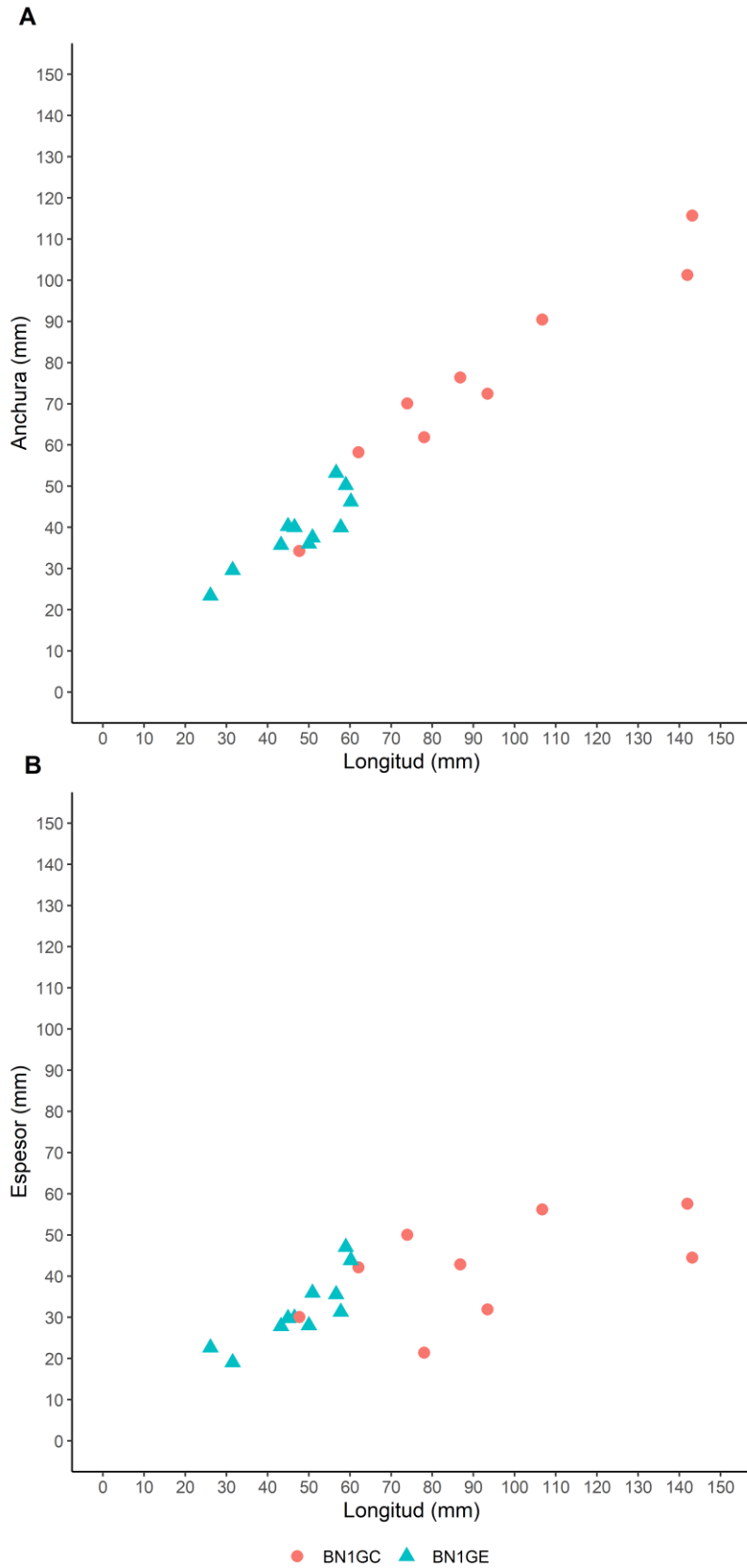


Figura 4.13. La Mina (Unidad II). Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría, b) la longitud y el espesor por categoría.

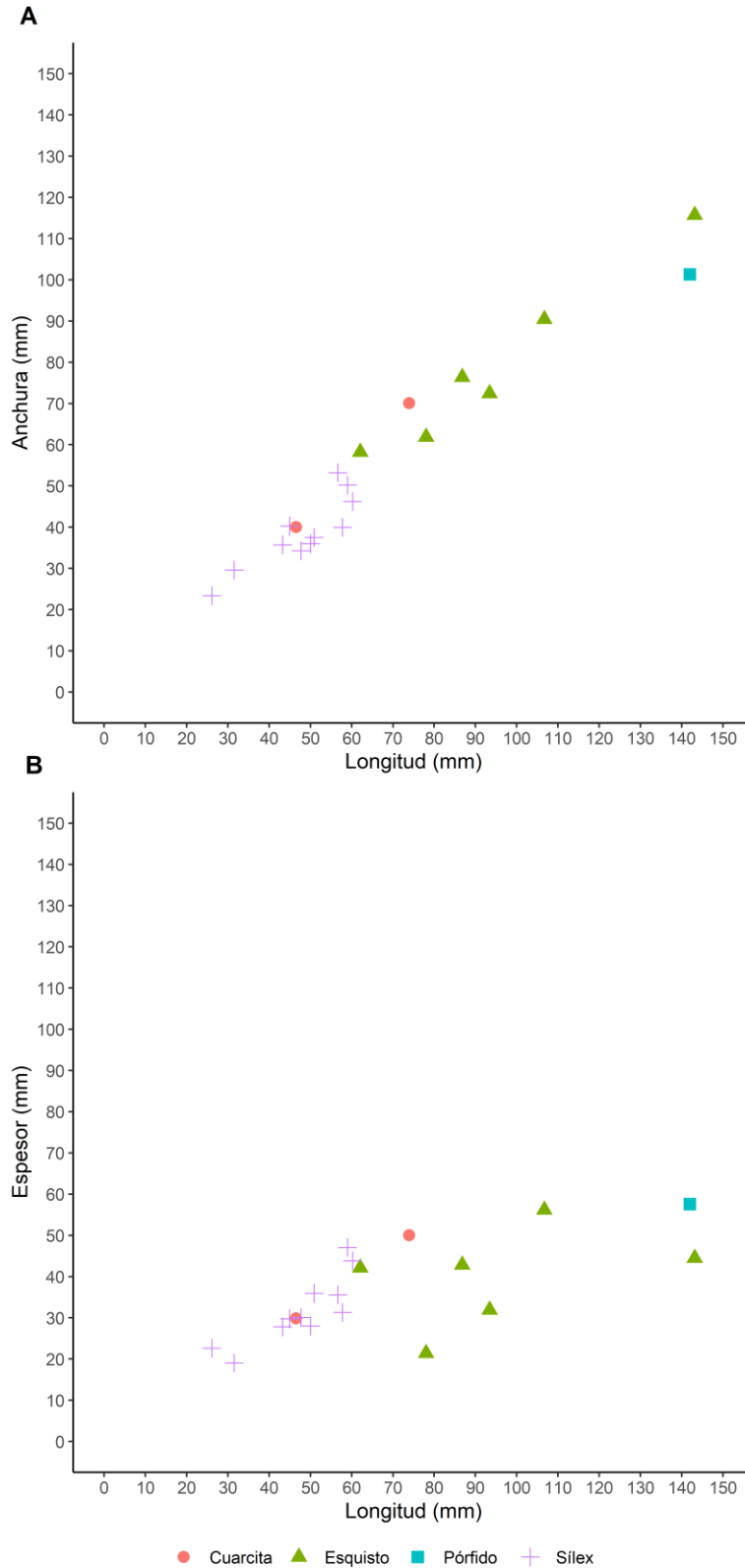


Figura 4.14. La Mina (Unidad II). Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por materia prima, b) la longitud y el espesor por materia prima.

Esta mayor variabilidad en cuanto al volumen remanente en el caso de los configurados parece deberse al abanico de materias primas empleadas para la configuración: el esquisto presenta unos volúmenes remanentes superiores, así como una gran variabilidad interna, mientras que la cuarcita, con valores inferiores -tanto en el volumen como en las dimensiones máximas-, muestra una mayor homogeneidad. El pórfido, por su parte, a pesar de contar con sólo un efectivo, es el de mayores dimensiones dentro del conjunto (ver Tabla S 8.28-Tabla S 8.31; Figura 4.14).

En lo referente a las superficies de explotación, observamos que existe un predominio de estrategias bifaciales (54.5%) y unificiales (36.3%), con un cierto equilibrio entre ambos grupos. Los núcleos multifaciales, en cambio, representan proporciones marginales (9.1%).

Si atendemos al número de plataformas de percusión, son más abundantes los núcleos con dos plataformas (bipolares) (45.4%), seguidos por los multipolares (36.3%), mientras los unipolares representan un porcentaje inferior, suponiendo un 18.2% del total.

Cruzando los datos del número de superficies, la polaridad general de los núcleos y la disposición de los negativos, observamos que en el caso de los unificiales se documentan tanto estrategias unipolares longitudinales (50%), como bipolares ortogonales (25%) y opuestas (25%). En los núcleos bifaciales también se documenta una cierta variabilidad, que viene marcada por la relación espacial entre las dos superficies intervenidas. En los núcleos cuyas superficies están dispuestas de forma contigua entre sí, los negativos presentan una disposición general de tipo ortogonal en todos los casos, documentándose principalmente estrategias unipolares longitudinales en cada una de las caras, mientras que cuando las superficies intervenidas se localizan en sectores opuestos del soporte, se documentan disposiciones centrípetas (50%) y opuestas (50%) (Tabla 4.8).

	CENTRÍPETO	LONGITUDINAL	OPUESTO	ORTOGONAL	TOTAL
UNIFACIAL	-	2 (50%)	1 (25%)	1 (25%)	4
BIFACIAL	1 (16.66%)	-	1 (16.66%)	4 (66.66%)	6
CONTIGUO		-	-	4 (100%)	4
OPUESTO	1 (50%)	-	1 (50%)	-	2
MULTIFACIAL	-	-	-	1 (100%)	1
TOTAL	1 (9.09%)	2 (18.18%)	2 (18.18%)	6 (54.54%)	11 (100%)

Tabla 4.8. La Mina (Unidad II). Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.

Con respecto a las VSE, se han identificado las siguientes estructuras volumétricas:

VSE A-B Inicial: se han recuperado 3 núcleos pertenecientes a esta estructura volumétrica, todos realizados sobre fragmentos irregulares o nódulos de sílex, ambos soportes de pequeño

formato, presentando como máximo dos extracciones en su superficie, por lo que podría relacionarse con aprovechamientos puntuales y podría estar indicando que cualquier matriz es susceptible de ser explotada, independientemente de su potencial productivo (Figura 4.15a, b, g).

VSE A: únicamente se ha recuperado 1 núcleo correspondiente a esta estructura (Figura 4.15e). Se trata de un ejemplar que presenta un único frente de explotación sobre una única superficie estrecha del soporte, en el cual las extracciones se disponen de forma unipolar longitudinal, utilizando directamente superficies corticales como plataforma de percusión.

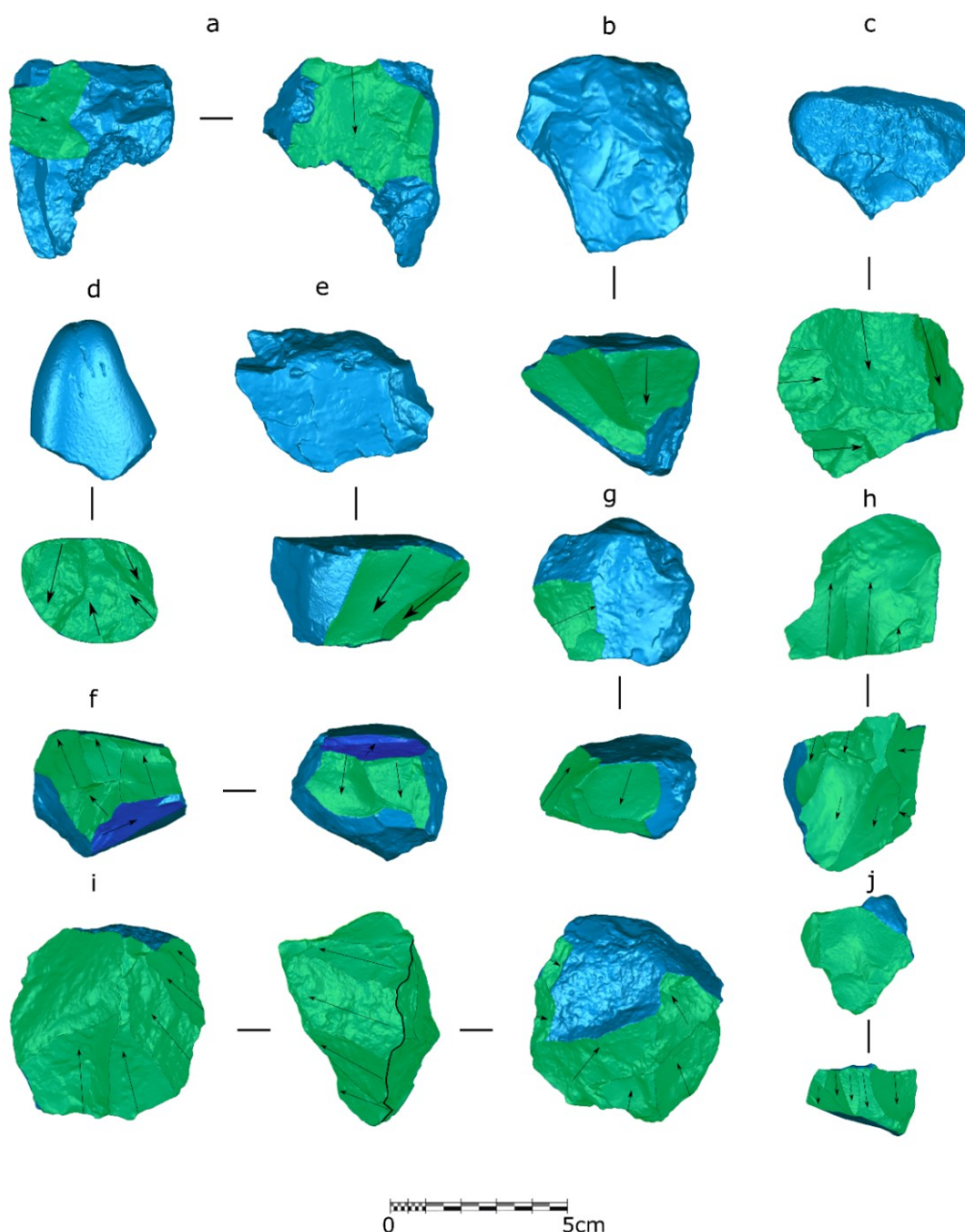


Figura 4.15. Núcleos recuperados en la unidad II de La Mina: a)BB09 II.2 P15 11; b)BB16 II.4 W14 1; c)BB15 II.3 W14 3; d)BB16 II.4 Q16 2; e)BB16 II.4 Y14 1; f)BB14 II.3 W15 6; g)BB13 II.2 V14 1; h)BB15 II.3 X13 14; i)BB16 II.4 X14 9; j)BB16 II.1 F17 5.

VSE C: esta estructura cuenta con 2 núcleos, realizados sobre sílex y cuarcita. El núcleo de sílex se explota de forma unifacial bipolar ortogonal (VSE C1). Durante su explotación, primero se realizan extracciones más profundas de tipo unipolar longitudinal, empleando directamente una superficie cortical como plataforma de percusión; posteriormente el núcleo se rota y se utiliza una plataforma adyacente a la primera, realizando una serie de extracciones en la misma superficie y orientadas de forma ortogonal con respecto a la primera serie (Figura 4.15c). El núcleo de cuarcita, en cambio, se explota de forma unifacial bipolar opuesta (VSE C2). Se trata de un canto de cuarcita en el que las extracciones se realizan directamente desde dos plataformas corticales opuestas (Figura 4.15d).

VSE F: se han recuperado 3 núcleos de sílex pertenecientes a esta estructura volumétrica. En el primero se prepara una superficie con extracciones dispuestas de forma ortogonal para utilizarla posteriormente como plataforma de percusión para la explotación de una cara contigua, de forma unipolar longitudinal (VSE F1, Figura 4.15j). En el segundo núcleo también se explotan dos superficies contiguas, en este caso alternando el rol de ambas caras (como plataforma de percusión y superficie de explotación) a lo largo de la secuencia (Figura 4.15h). El último núcleo presenta dos series longitudinales independientes, opuestas entre sí, y localizadas en sectores opuestos del núcleo (VSE F2). En este núcleo, ambas plataformas de percusión se preparan mediante extracciones marginales (Figura 4.15f).

VSE H: únicamente contamos con 1 núcleo correspondiente a esta estructura. Se explotan dos superficies opuestas separadas por un plano de intersección. En una cara, las extracciones se articulan a lo largo del perímetro del núcleo, convergiendo en el centro del mismo. En cambio, en la superficie opuesta los levantamientos se disponen de forma unipolar longitudinal sin llegar a explotar completamente el perímetro del núcleo (3C) (Figura 4.15i).

Otros: se trata de 1 núcleo multifacial de muy pequeñas dimensiones en un estadio de explotación final. Su elevado grado de agotamiento dificulta el reconocimiento de la estrategia de talla aplicada durante el proceso de reducción, aunque no es descartable que se haya empleado la técnica bipolar sobre yunque o la combinación de mano alzada-bipolar sobre yunque durante su explotación.

Con respecto a los instrumentos sobre canto, predominan los unificiales (66.6%) frente a los bifaciales (33.3%). Dentro de los unificiales, son más frecuentes los *choppers* o *chopper-cores* de esquisto ($n = 4$) escasamente modificados, en los que únicamente se configura un filo distal o latero-distal mediante extracciones profundas (Figura 4.16b, d), sin llegar a modificar más del 50% del perímetro en ningún caso. Los otros dos configurados unificiales presentan dimensiones más pequeñas. El de esquisto presenta un retoque producido por tres extracciones muy profundas con respecto al filo, generando una morfología similar a una espina (Figura

4.16a). El único configurado de sílex es un denticulado abrupto de pequeñas dimensiones. Los instrumentos bifaciales también presentan una escasa modificación de los soportes de partida; se trata de *chopping tools* realizados en cuarcita, esquisto y pórfido (Figura 4.16c, e).

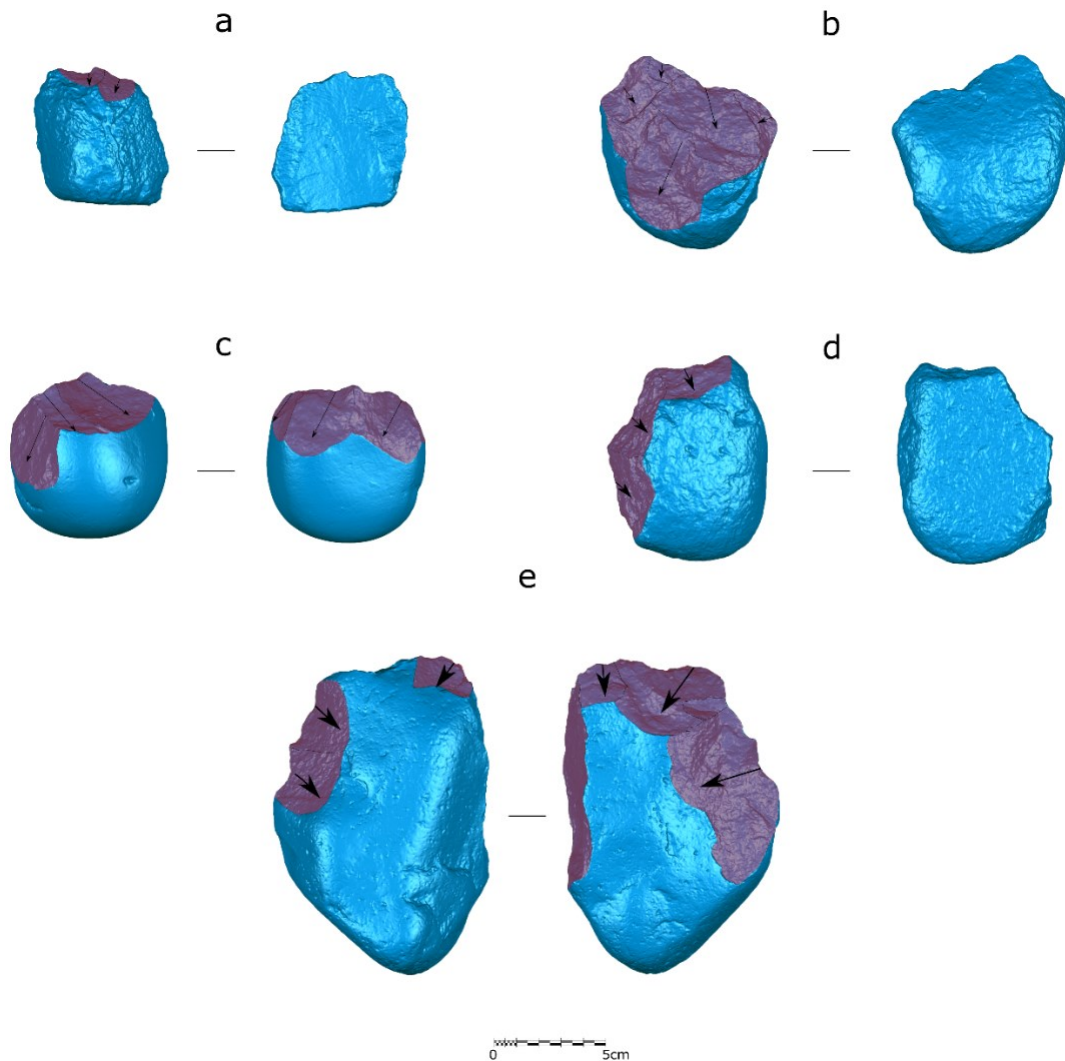


Figura 4.16. BNIGC recuperados en la unidad II de La Mina: a) BB10 II.2 Y13 2; b) BB13 II.2 W13 1; c) BB13 II.2 U13 1; d) BB10 II.2 Y14 8; e) BB10 II.1 O15 1.

Este bajo grado de modificación de los instrumentos sobre canto se ve reflejado en el bajo porcentaje de superficie no cortical, ya que de media presentan un porcentaje de entorno al 33% (Figura 4.17a, Tabla S 8.32), siendo estos porcentajes bastante homogéneos entre las distintas materias primas (Figura 4.17b, Tabla S 8.33). Los núcleos, en cambio, presentan una mayor variabilidad con respecto al porcentaje de superficie no cortical, que se puede explicar por el tipo de estrategias aplicadas y por las estructuras volumétricas de explotación (Tabla S 8.34).

Así, las VSE que presentan estrategias unificiales (VSE A y C), o que se corresponden con momentos iniciales de la talla y/o con explotaciones puntuales (A-B Inicial), presentan menores porcentajes de superficie no cortical, muy similares al grupo de las BNIGC (entorno

al 30% de media), que contrasta con los porcentajes más elevados de las VSE bifaciales (F y H). Por último, el núcleo completamente agotado presenta su superficie completamente no cortical (Figura 4.17c).

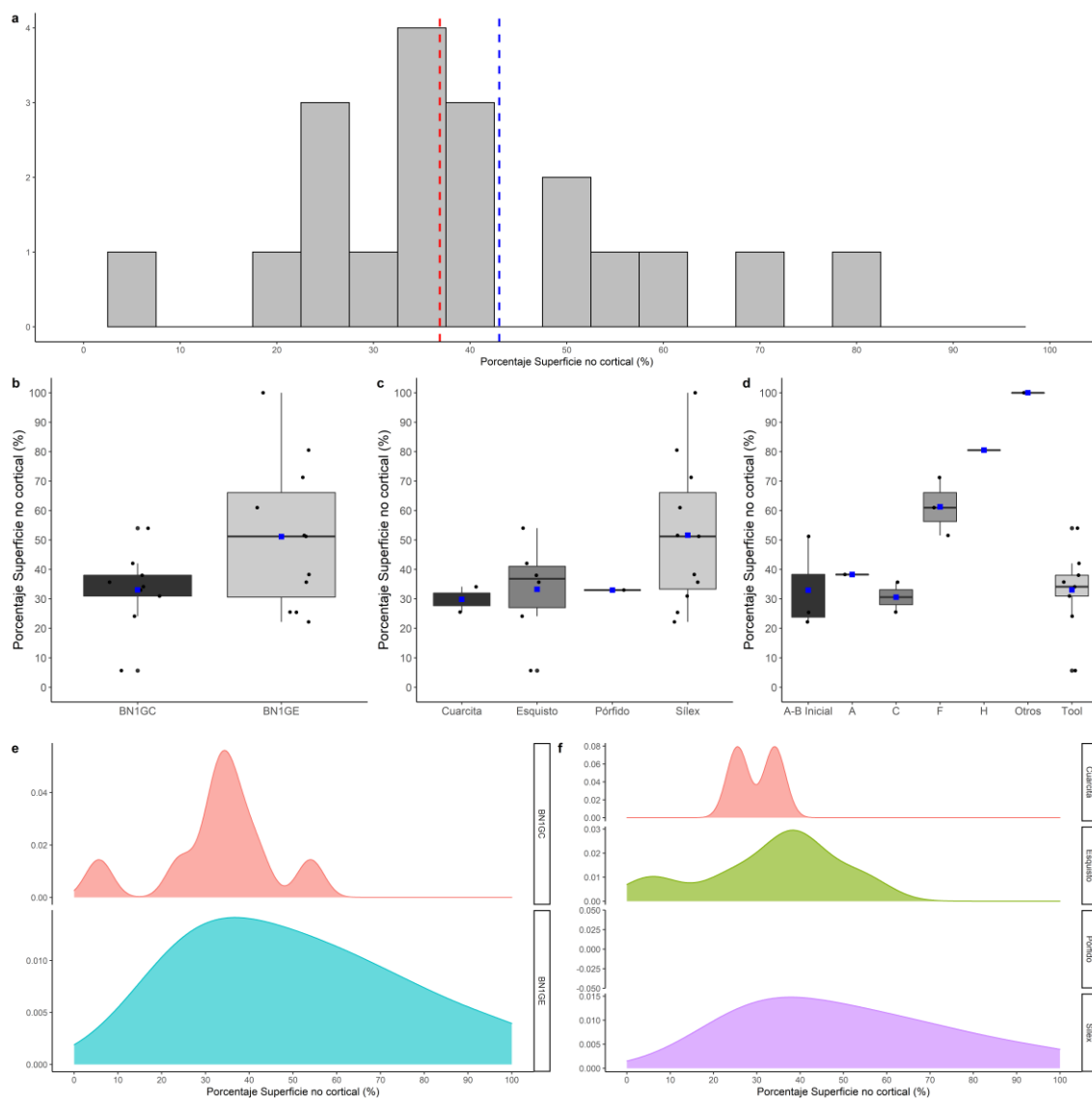


Figura 4.17. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto de la unidad II de la Mina. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

El SDI proporciona resultados muy similares, produciéndose una fuerte correlación positiva entre los resultados obtenidos de SDI y de porcentaje de superficie no cortical ($r = 0.74$, $r^2 = 0.56$, $p < 0.05$). De hecho, estas diferencias se mantienen al separar los resultados por categoría, por materia prima y por VSE (Figura 4.18). Así, las BN1GC presentan valores inferiores a las BN1GE y, en el grupo de las BN1GC, el esquisto y pórfido presentan valores inferiores respecto a la cuarcita. Al separar los resultados por VSE, el grupo VSE A-B inicial

presenta los valores inferiores, pero similares a las BN1GC. Las VSE A y C presentan nuevamente valores inferiores en comparación con las VSE F y H, destacando el núcleo agotado con un valor de SDI muy elevado (Grupo Otros) (Tabla S 8.35-Tabla S 8.37).

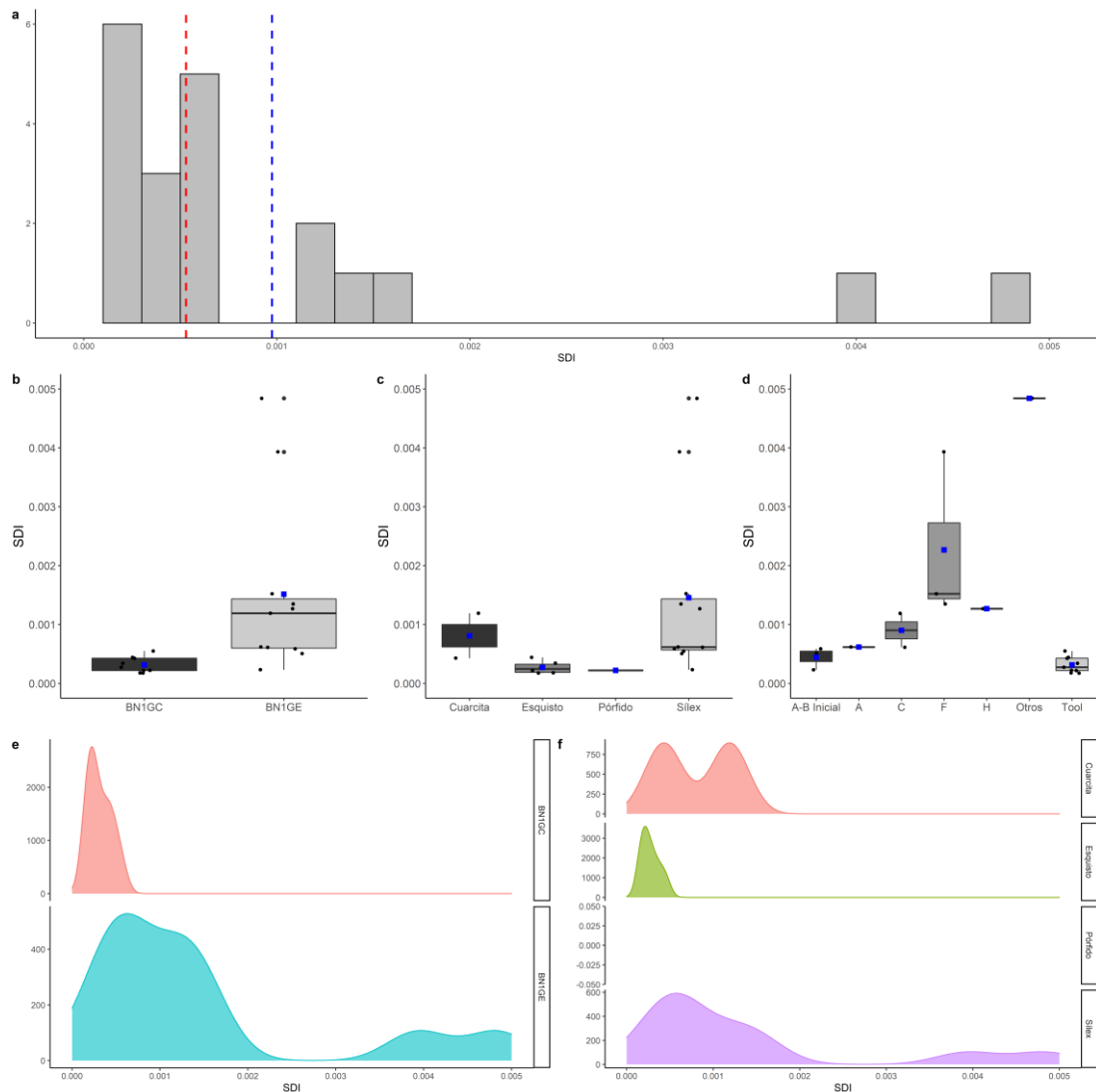


Figura 4.18. Scar Density Index (SDI) del conjunto de la unidad II de la Mina. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Los resultados obtenidos a través del VRM siguen la tónica general que marcan los otros dos indicadores de reducción. De hecho, existe una correlación alta entre el porcentaje de volumen extraído estimado a través del VRM y del porcentaje de superficie no cortical ($r = 0.80$; $r^2 = 0.65$, $p < 0.05$) y el SDI ($r = 0.76$; $r^2 = 0.59$, $p < 0.05$). Así, mientras las BN1GC muestran valores centrales muy bajos, en torno al 30% de volumen extraído, en las BN1GE estos valores llegan hasta el 49%. Con respecto al volumen estimado, las BN1GC alcanzan valores hasta cinco veces más altos que los núcleos, aunque es cierto que hay discrepancias entre la media (248.4 cm^3) y la mediana (172.5 cm^3), lo que indica la presencia de *outliers* de gran tamaño

dentro del conjunto de instrumentos sobre canto. Este alto grado de variabilidad en el soporte de partida se refleja también en la desviación estándar (217) y en el Coeficiente de Variación (87.3), mientras los núcleos son de menor tamaño y más homogéneos (Tabla S 8.40-Tabla S 8.42).

Esta cierta homogeneidad en el volumen estimado de los núcleos provoca que no haya grandes diferencias en los volúmenes de los núcleos en función de la VSE, oscilando en un rango entre 30-60 cm³, con la excepción del único bifacial centrípeto (VSE H), cuyo volumen estimado asciende hasta 110 cm³ (Figura 4.19).

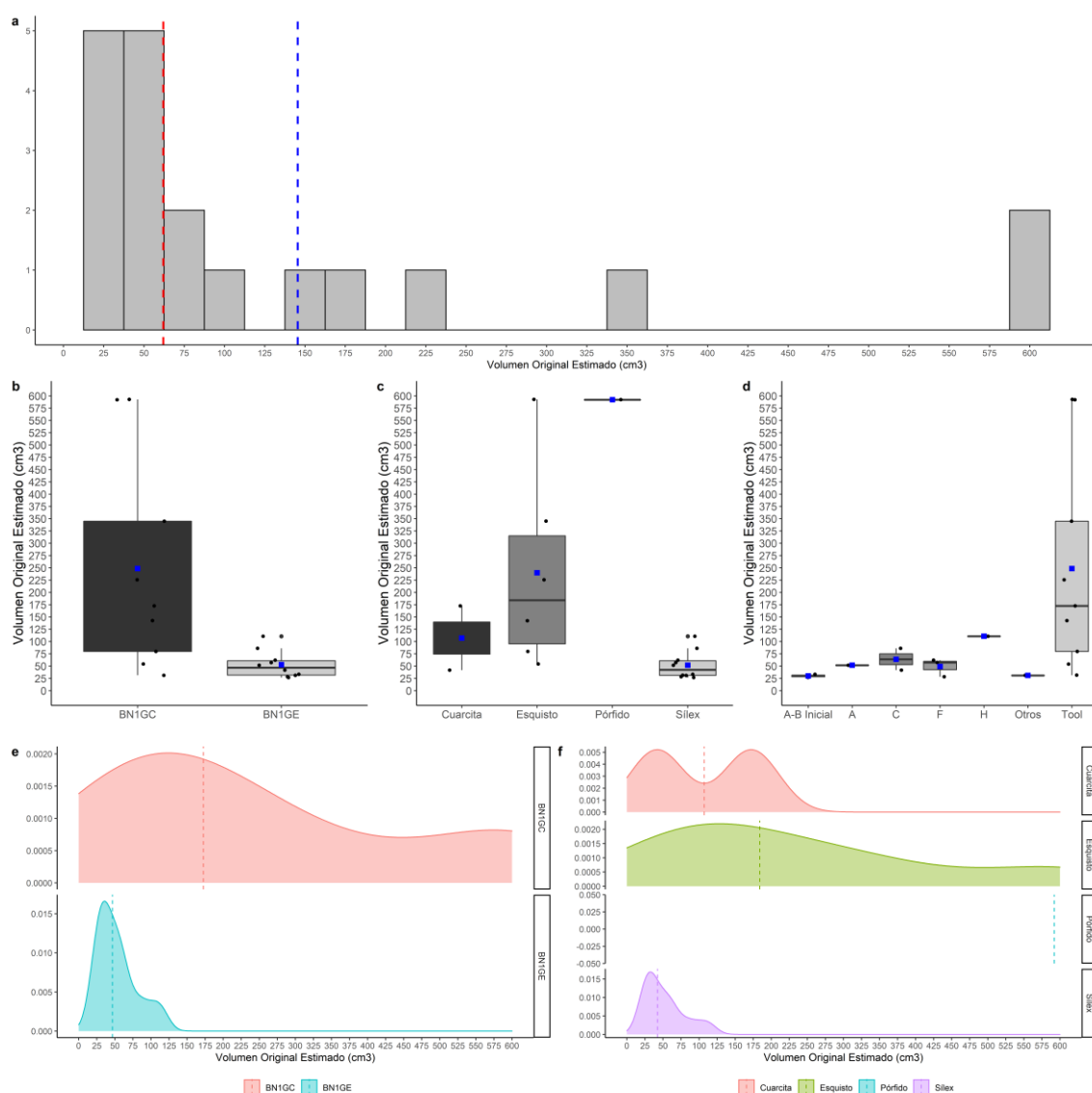


Figura 4.19. Volumen original estimado (cm³) del conjunto de la unidad II de La Mina a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Con respecto al porcentaje de volumen extraído, las estructuras volumétricas que corresponden a estrategias unificales (VSE A y C) y a momentos iniciales de la talla (VSE A-B inicial)

presentan un menor grado de reducción en comparación con las estructuras bifaciales (VSE F y H) y muy similar a los grandes configurados, ya que se sitúan en un rango entre 30-40%, mientras las bifaciales llegan hasta el 50-60% de volumen extraído, presentando los valores más altos el núcleo completamente agotado y sin estructura volumétrica asociada (Figura 4.20; Tabla S 8.43-Tabla S 8.45).

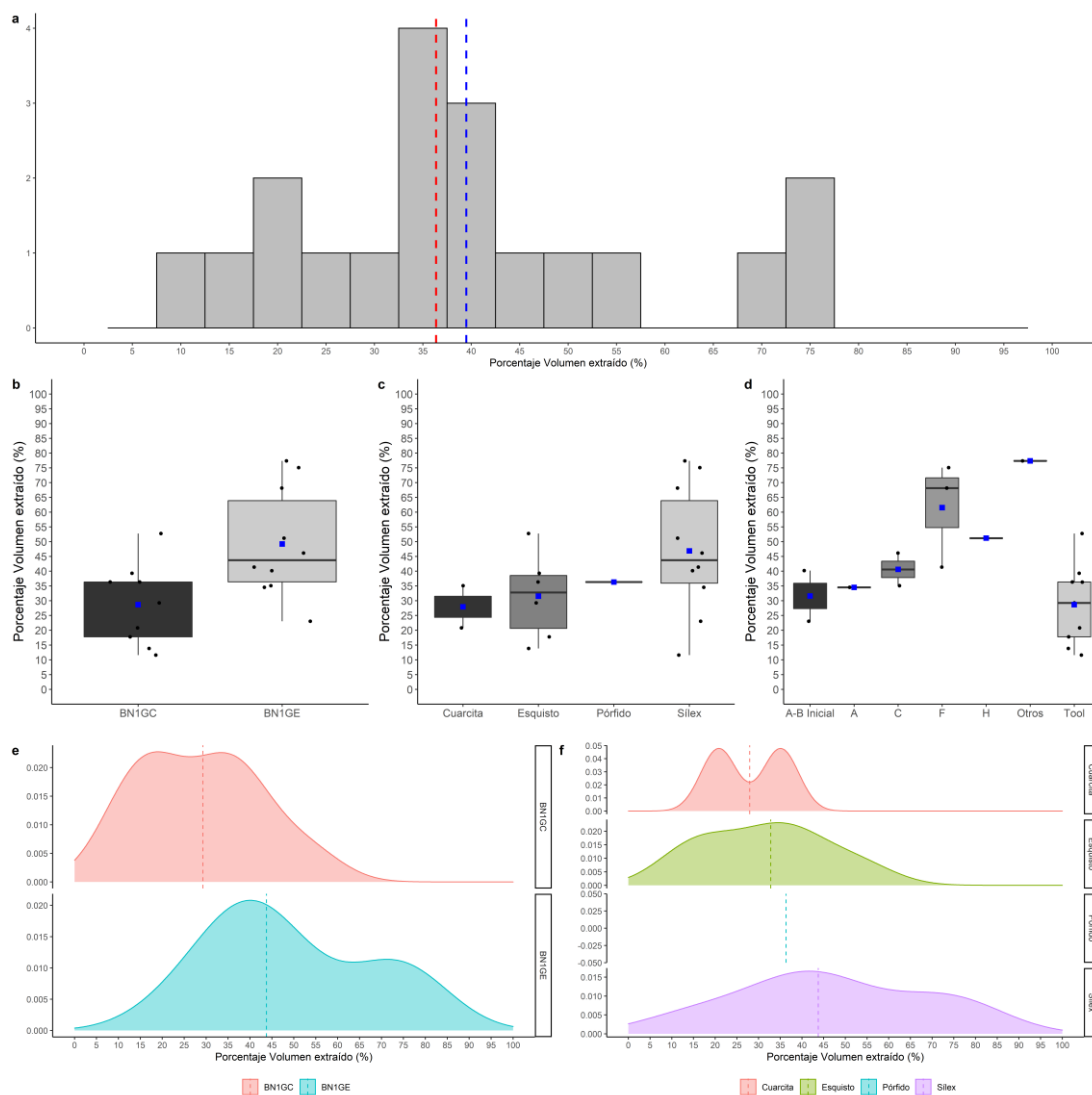


Figura 4.20. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto de la Unidad II de La Mina. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Las BN1GC además tienen valores más altos de SPI (media = 0.85), que indica que las extracciones discurren bastante paralelas unas a otras. Esto se debe en cierta medida a la escasa modificación que presentan, ya que únicamente se configura un filo distal unifacial (*choppers*) o bifacial (*chopping-tools*). En cambio, los núcleos presentan valores ligeramente inferiores (media = 0.70), aunque también hay una mayor abundancia de estrategias unipolares longitudinales, que estarían representadas por valores próximos a 1 (Figura 4.21, Tabla S 8.61 Tabla S 8.62).

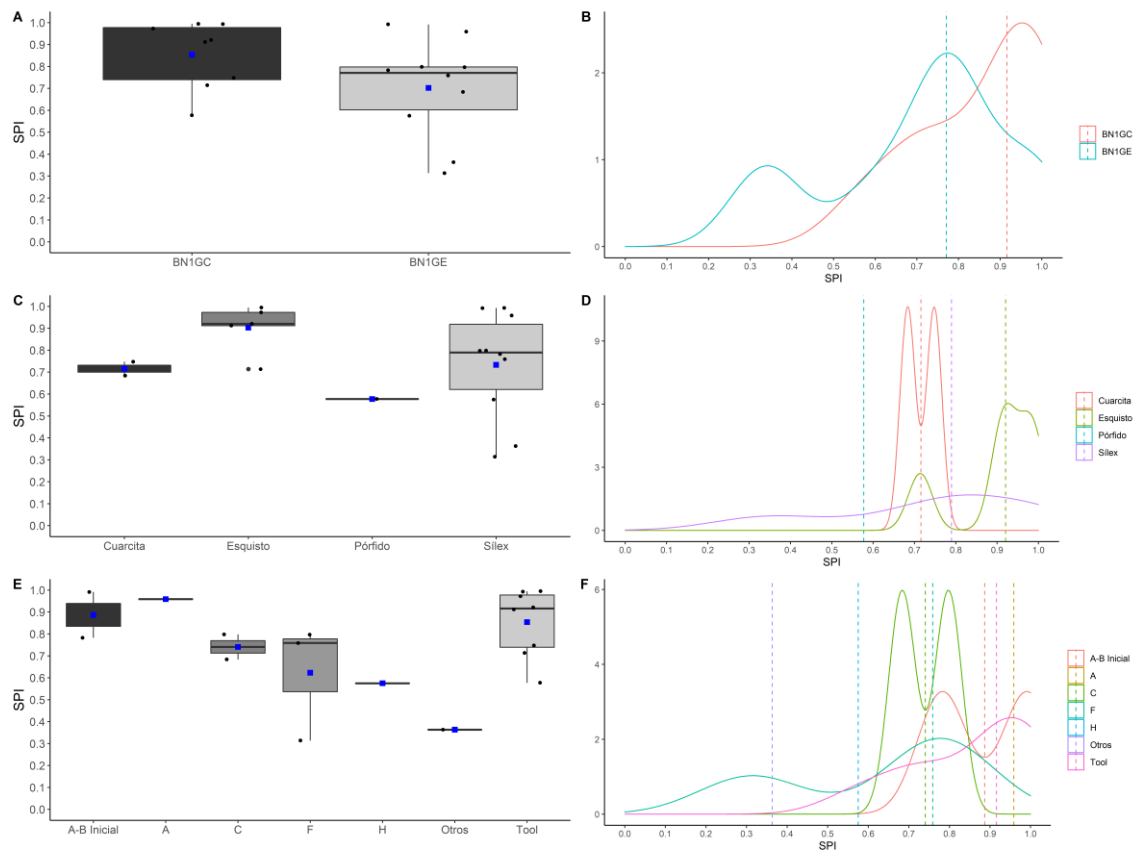


Figura 4.21. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto de la Unidad II de La Mina. Boxplot, a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.

Se produce una correlación negativa moderada entre SPI y SDI ($r = -0.53$, $r^2 = 0.28$, $p = 0.02$) y el SPI y el porcentaje de superficie no cortical ($r = -0.59$, $r^2 = 0.34$, $p = 0.009$), lo que podría indicar que a medida que avanza la reducción las extracciones que transcurren paralelas entre sí pierden peso en favor de patrones de levantamientos con orientaciones más complejas. No obstante, al cruzar el SPI con el porcentaje de volumen extraído, la correlación resultante no es estadísticamente significativa ($r = -0.44$, $r^2 = 0.19$, $p = 0.06$). De hecho, si separamos los resultados por categoría estructural y observamos las correlaciones entre estas variables contabilizando únicamente los núcleos, comprobamos que, aunque moderadas, éstas no son significativas ni entre el SPI y SDI ($r = -0.51$, $r^2 = 0.26$, $p = 0.12$), ni entre el SPI y el porcentaje de superficie no cortical ($r = -0.59$, $r^2 = 0.35$, $p = 0.06$), ni entre el porcentaje de volumen extraído y SPI ($r = -0.31$, $r^2 = 0.10$, $p = 0.36$), por lo que parece no haber cambios en las estrategias de talla a medida que avanza la reducción. Por último, el volumen de los soportes de partida parece no jugar un papel relevante en el grado de reducción ni en la variabilidad de las estrategias de talla representadas, ya que no existe correlación de los volúmenes estimados y el porcentaje de volumen extraído ($r = -0.07$, $r^2 = 0.005$, $p = 0.76$), ni con respecto al SPI ($r = -0.08$, $r^2 = 0.007$, $p = 0.72$) (Figura 4.22).

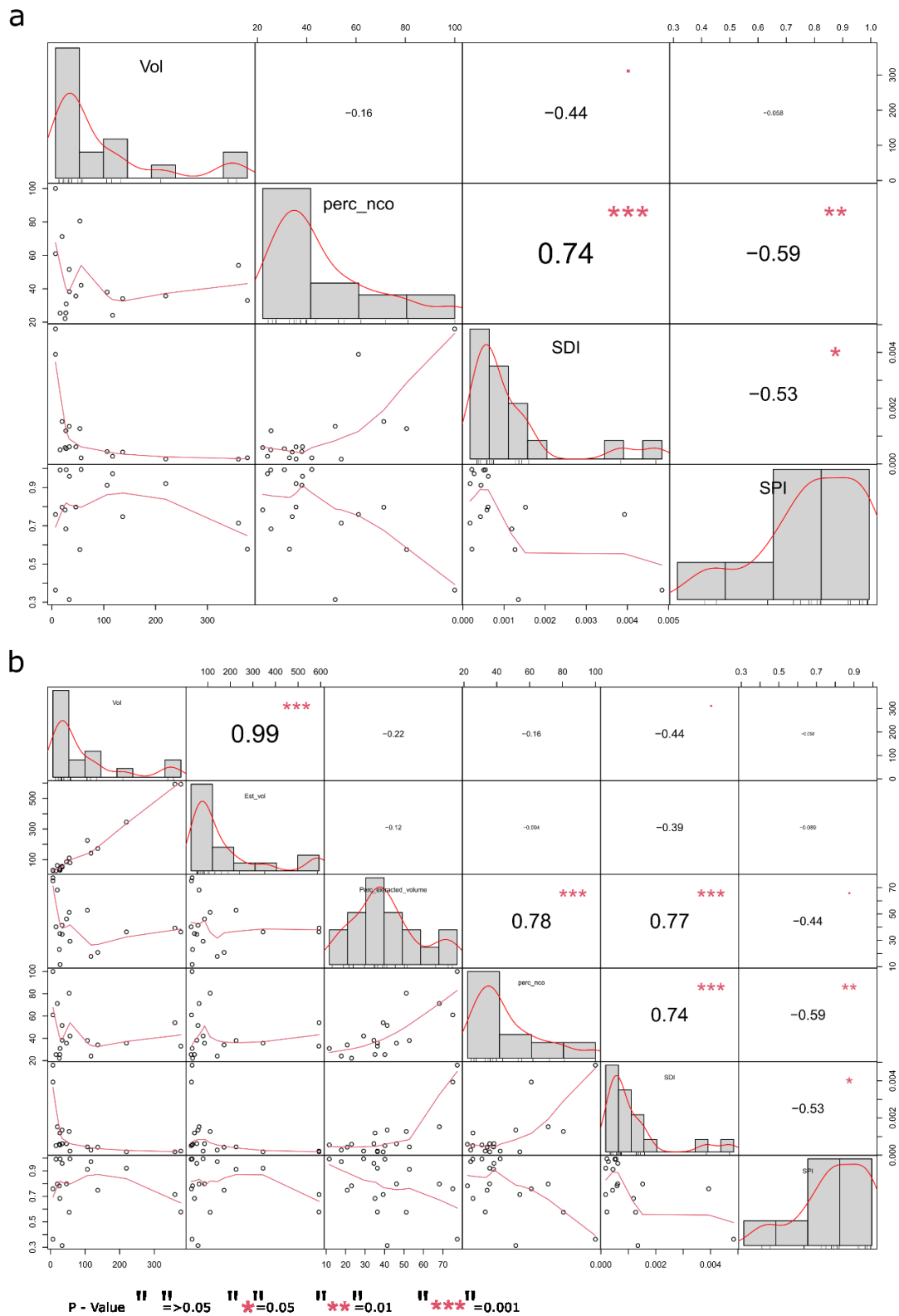


Figura 4.22. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto de la Unidad II de La Mina. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal, el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.

4.2.2.3 El Forn

En la Unidad II de El Forn se han recuperado un total de 8 núcleos, de los cuales 7 (87.5%) se han realizado empleando nódulos de sílex como soporte, mientras que el núcleo restante se ha realizado sobre un canto de cuarzo (Tabla 4.9).

	ESQUISTO	CUARCITA	GRANITO	CUARZO	SÍLEX	TOTAL
BN1GE	-	-	-	1 (12.5%)	7 (87.5%)	8 (100%)
TOTAL	-	-	-	1 (12.5%)	7 (87.5%)	8 (100%)

Tabla 4.9. El Forn (Unidad II). Frecuencia de Bases Negativas de Explotación (BNE) por materia prima.

Con respecto a las BN1GC, se han recuperado un total de 7 efectivos, la mayor parte realizados sobre esquisto (71.46%), mientras los 2 restantes se realizaron sobre cuarcita y granito, por lo que parece haber una adecuación entre materias primas y categorías estructurales (Tabla 4.10).

	ESQUISTO	CUARCITA	GRANITO	CUARZO	SÍLEX	TOTAL
BN1GC	5 (71.46%)	1 (14.28%)	1 (14.28%)	-	-	7 (100%)
TOTAL	5 (71.46%)	1 (14.28%)	1 (14.28%)	-	-	7 (100%)

Tabla 4.10. El Forn (Unidad II). Frecuencia de Bases Negativas de Primera Generación de Configuración (BN1GC) por materia prima.

En lo referente al volumen remanente en función de la categoría estructural, nos encontramos que ambas categorías presentan una media similar, siendo ligeramente más grandes los configurados sobre canto (BN1GC = 261.9 cm³; BN1GE = 227.9 cm³). No obstante, cuando comparamos las medianas, estas diferencias se acentúan, ya que en los núcleos el valor de la mediana baja significativamente con respecto a la media (BN1GC = 189 cm³; BN1GE = 73.3 cm³), lo que indica la presencia de *outliers* de gran tamaño dentro del conjunto, aunque, por lo general, éstos son significativamente más pequeños que los configurados (Figura 4.23-Tabla S 8.47). Estas discrepancias entre la media y la mediana no las encontramos en la longitud y la anchura de los núcleos, pero sí en el espesor (Figura 4.24, Figura 4.25; Tabla S 8.48-Tabla S 8.50).

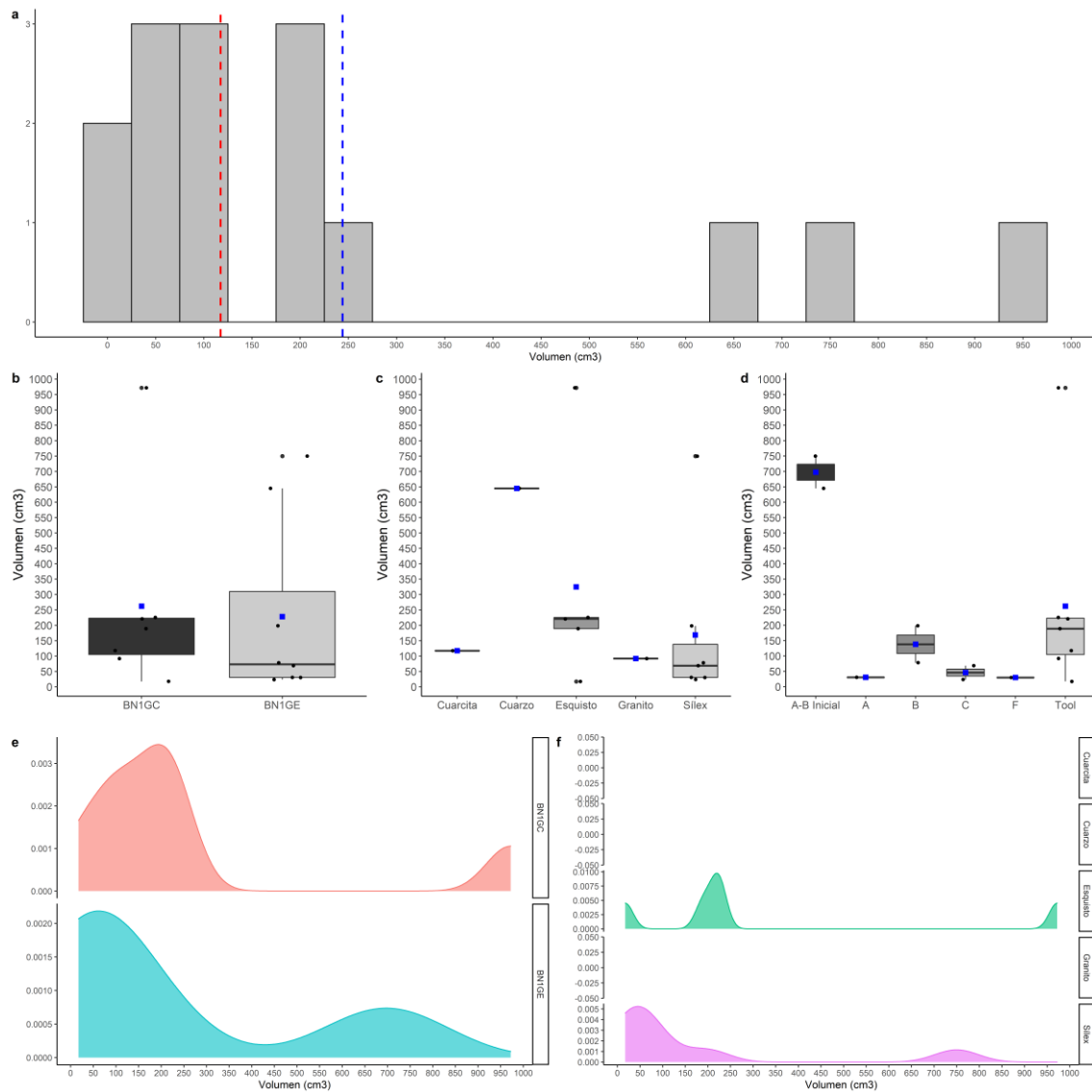


Figura 4.23. Volumen remanente (cm^3) del conjunto de la unidad II de El Forn. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Existe una gran variabilidad en el volumen remanente entre las distintas materias primas, aunque es preciso considerar que en los casos del granito, cuarzo y cuarcita únicamente se ha recuperado un efectivo de cada litología. Con respecto al esquisto, presenta valores superiores al sílex (ver Tabla S 8.51), aunque ambas litologías se caracterizan por la presencia de *outliers* de gran tamaño.

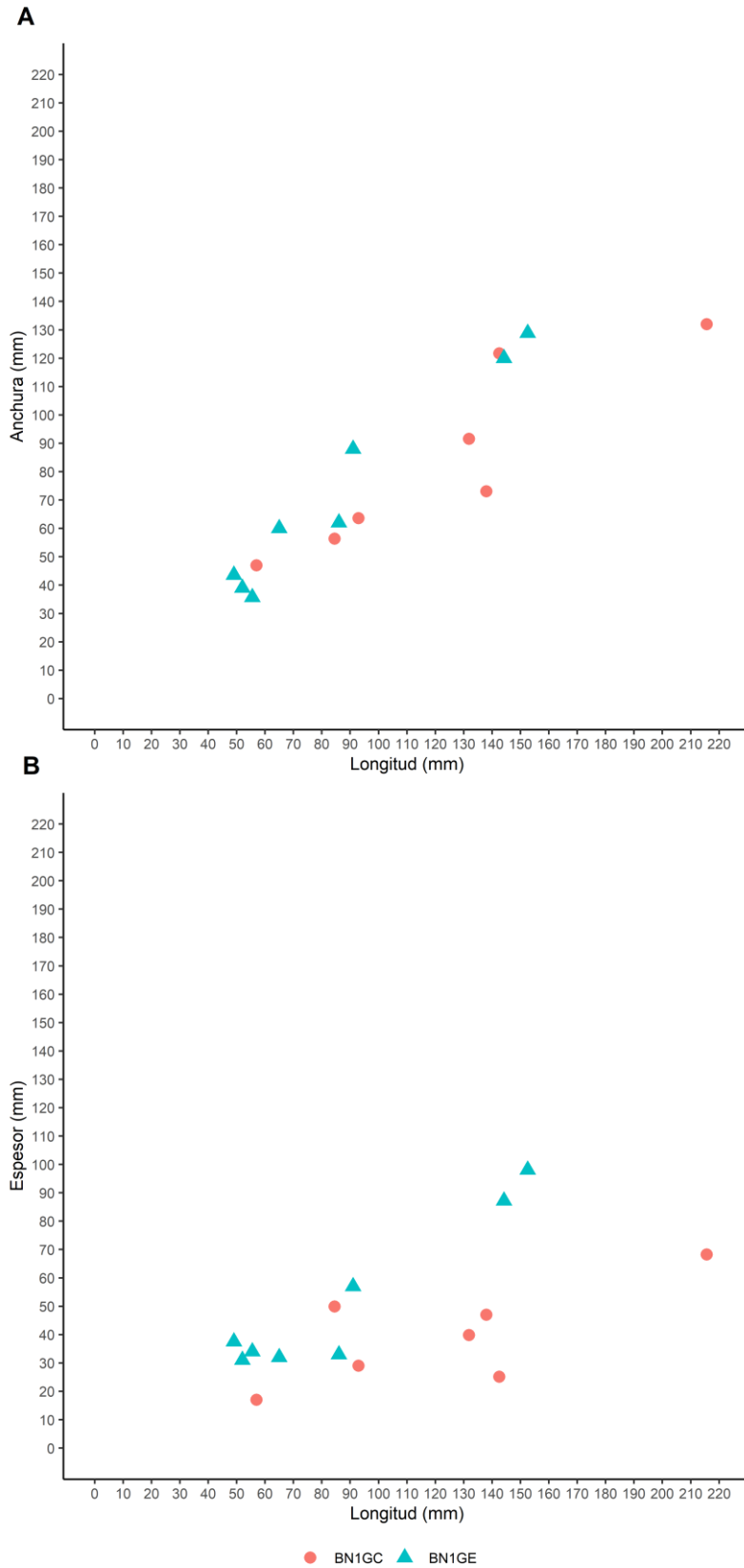


Figura 4.24. El Forn (Unidad II). Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría; b) la longitud y el espesor por categoría.

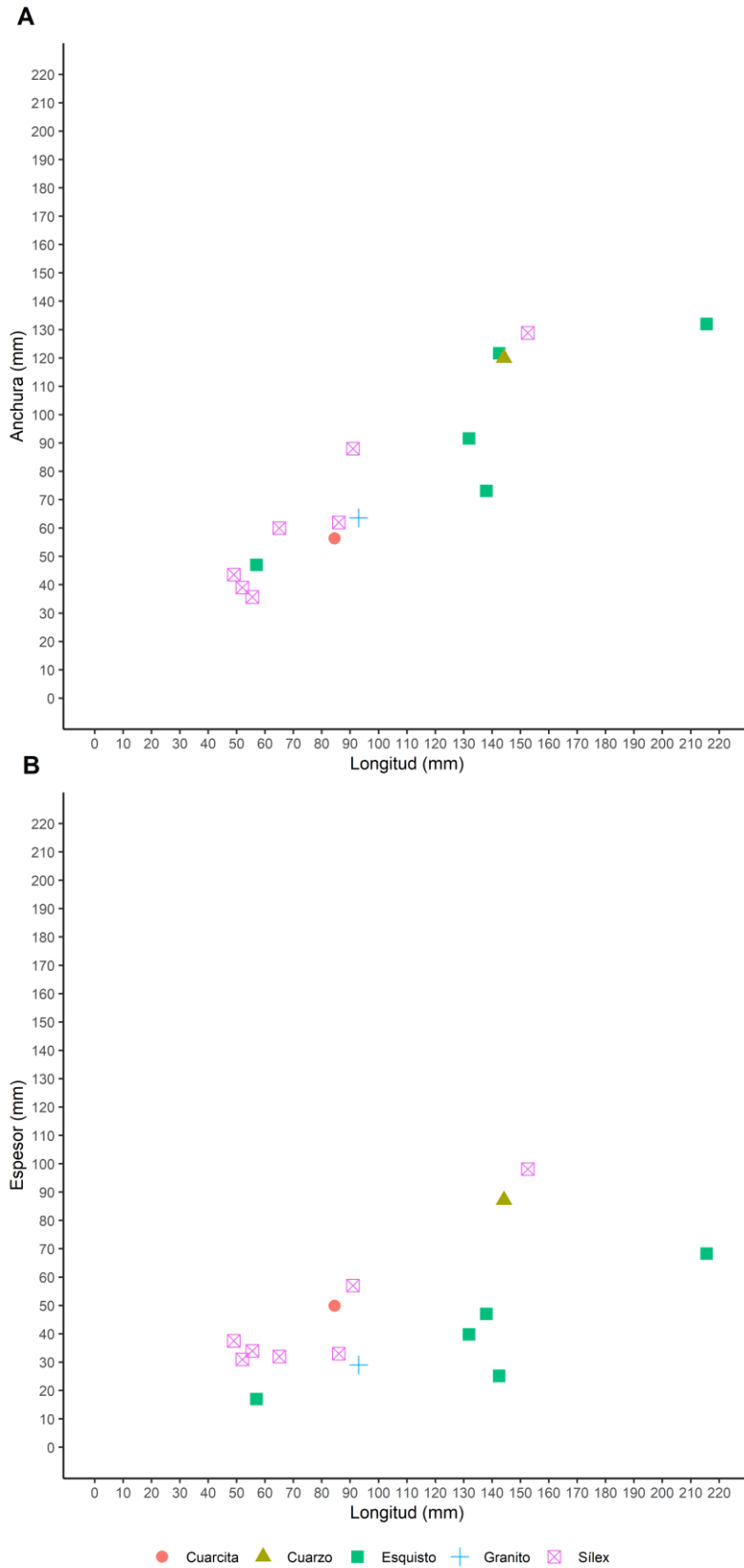


Figura 4.25. El Forn (Unidad II). Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por materia prima; b) la longitud y el espesor por materia prima.

En cuanto al número de superficies intervenidas, predominan los núcleos unificiales ($n = 6$; 75%) sobre los bifaciales ($n = 2$; 25%). En cambio, no se ha recuperado ningún núcleo trifacial o multifacial. Con respecto al número de plataformas de percusión, se produce un equilibrio entre unipolares ($n = 3$; 37.5%) y bipolares ($n = 4$; 50%), estando los multipolares ligeramente menos representados ($n = 1$; 25%). Se produce un cierto equilibrio entre las estrategias del tipo unifacial unipolar longitudinal, unifacial bipolar opuesto y bifacial ortogonal (Tabla 4.11).

	LONGITUDINAL	OPUESTO	ORTOGONAL	TOTAL
BIFACIAL	-	-	2 (100%)	2 (25%)
CONTIGUO	-	-	2 (100%)	
UNIFACIAL	3 (50%)	2 (33.33%)	1 (16.66%)	6 (75%)
TOTAL	3 (37.5%)	2 (25%)	3 (37.5%)	8 (100%)

Tabla 4.11. El Forn (Unidad II). Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.

Con respecto a las estructuras volumétricas de explotación, se han identificado dos casos de la VSE A-B Inicial: se trata de un nódulo de sílex y un canto de cuarzo, ambos de grandes dimensiones, pero que presentan muy pocos levantamientos en su superficie, por lo que podría tratarse de testeos de la materia prima abandonados por la presencia de fisuras internas e impurezas (Figura 4.26a). De las VSE A y B se han recuperado uno y dos núcleos, respectivamente. En el primer caso se explota una cara estrecha del núcleo de forma unipolar longitudinal siguiendo el eje corto del mismo y utilizando una superficie cortical como plataforma de percusión (Figura 4.26b). En los otros dos casos se explota una de las superficies anchas del soporte, también de forma unipolar longitudinal, empleando superficies no corticales naturales como plataforma de percusión (Figura 4.26c,e). En ninguno de estos casos hay un desarrollo perimetral muy marcado de la explotación, sino que ésta se concentra únicamente en un sector del núcleo.

Los dos núcleos unificiales restantes corresponden a la VSE C. En el primer caso, los negativos de las extracciones se disponen de forma bipolar opuesta sobre una de las caras anchas del soporte (Figura 4.26g). No obstante, dado que no hay un solapamiento entre los negativos, no es posible identificar si se ha producido una serie bipolar opuesta o se trata en realidad de dos series longitudinales independientes. El otro núcleo también se explota de forma bipolar opuesta sobre una de las caras anchas del soporte, esta vez empleando dos superficies no corticales contiguas como plataforma de percusión (Figura 4.26d).

Por último, se ha documentado un núcleo correspondiente a la VSE F. Se trata de un núcleo en el que se intervienen dos superficies contiguas, una de ellas con el objetivo de preparar la plataforma de percusión. En la superficie de lascado, hay una tendencia unipolar longitudinal

dominante, aunque al final de la secuencia se han realizado dos extracciones marginales desde una plataforma contigua que le confieren un carácter ortogonal (Figura 4.26f).

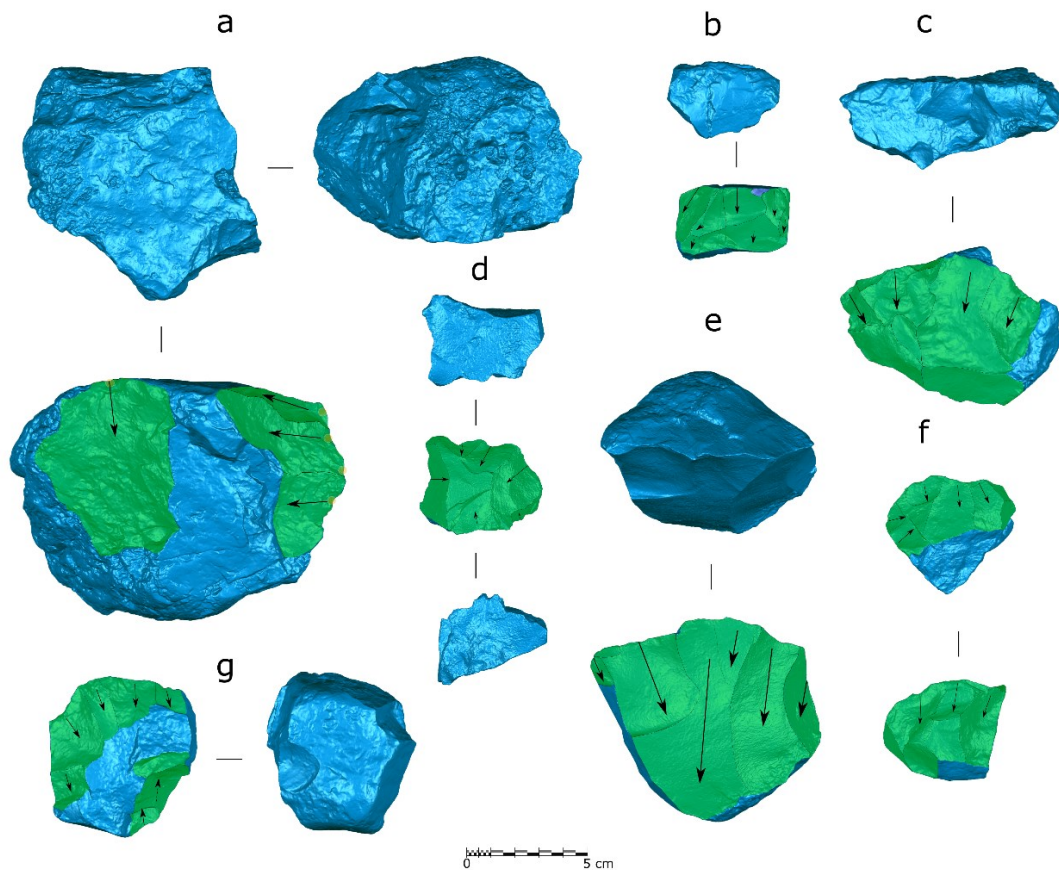


Figura 4.26. Núcleos recuperados en la unidad II de El Forn: a) BB13 II.2 D12 1; b) BB13 II.2 H13 4; c) BB12 II.3 I14 9; d) BB11 II.2 J13 4; e) BB13 II.2 O15 1; f) BB13 II.2 Q14 1; g) BB12 II.3 I10 2.

En lo que respecta a los configurados, predominan los unifaciales ($n = 4$) frente a los bifaciales ($n = 2$). Dentro de los unifaciales, son más frecuentes los *choppers* o *chopper-cores*, que presentan un filo distal o latero-distal configurado con extracciones profundas. Los otros dos configurados unifaciales son de menores dimensiones. Un denticulado de esquisto, mientras que en el configurado en granito se configura un triedro distal (como una espina) con dos levantamientos. Uno de los configurados se ha descartado por presentar un alto grado de erosión que dificulta su análisis. Con respecto a los bifaciales, destaca un *chopping-tool* de cuarcita, que se configura mediante extracciones alternantes, de forma muy similar a uno de los *chopping-tools* de La Mina (Figura 4.27c), y que presenta marcas de percusión en el extremo opuesto al filo, por lo que podría tratarse de un percutor reutilizado como instrumento. El otro instrumento bifacial está realizado en esquisto, pero presenta una configuración muy marginal, por lo que podría haberse producido de forma natural. Por último, se ha recuperado

un *cleaver-like tool*, realizado sobre una gran lasca de esquisto de buena calidad y configurado mediante una generación de extracciones invasivas (Mosquera et al., 2016). No se ha incluido en el análisis ni en los recuentos por tratarse de un instrumento sobre lasca.

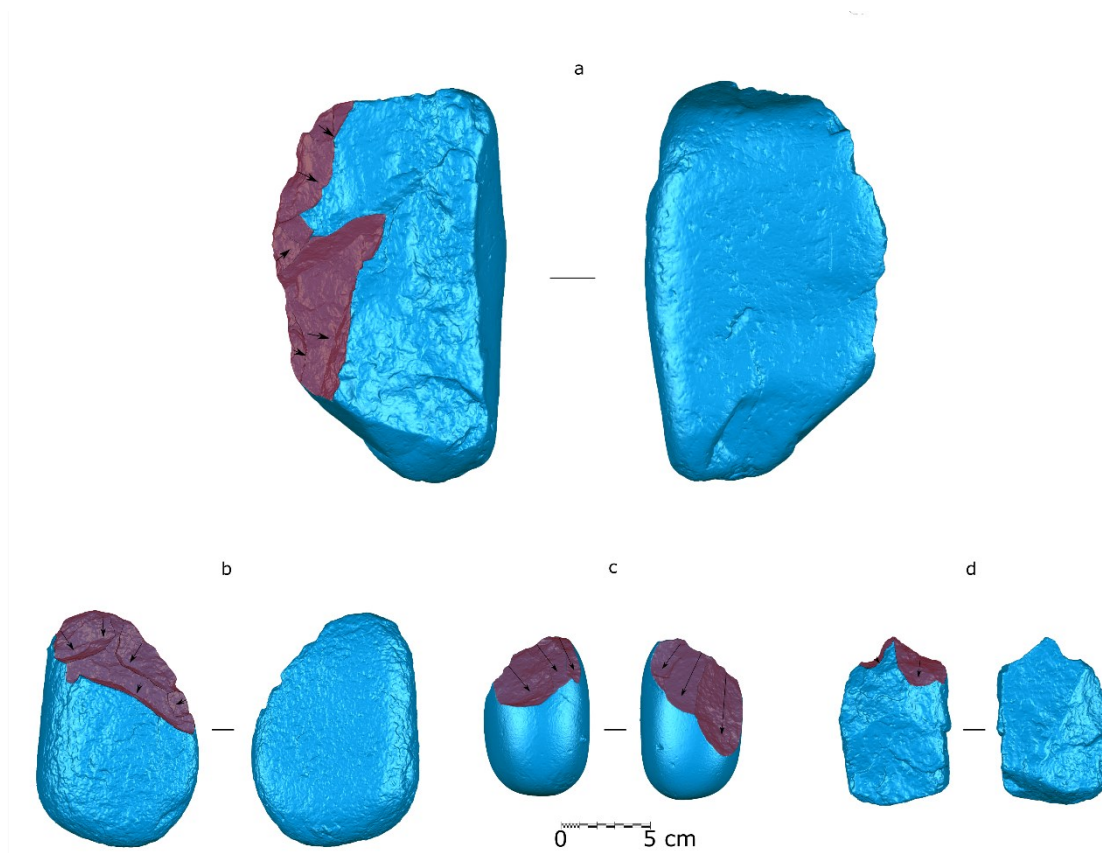


Figura 4.27. BN1GC recuperados en la unidad II de El Forn: a) BB11 II.3 J11 2; b) BB13 II.3 C11 1 c) BB13 II.2 H13 3; d) BB11 II.2 I14 2.

Existen diferencias muy marcadas en el porcentaje de superficie no cortical en función de la categoría estructural. Del mismo modo que sucede en La Mina y la Cala 1, las BN1GC de El Forn presentan valores inferiores, con medias entorno al 20% de superficie no cortical, mientras que los núcleos ascienden hasta el 50% (Figura 4.28). La correspondencia entre materias primas y categorías estructurales explica las diferencias encontradas entre las distintas litologías en lo que respecta al porcentaje de superficie no cortical.

Así, las materias primas orientadas a la configuración (esquisto, cuarcita y granito) presentan nuevamente valores inferiores con respecto al sílex. El único núcleo de cuarzo recuperado muestra una gran superficie sin modificación, ya que parece corresponderse a un testeo de la materia prima (VSE A-B Inicial). En el resto de las VSE, a pesar del bajo número efectivos, se observa una tendencia en que las estructuras A y B presentan valores inferiores a otras estructuras unificiales (VSE C) o bifaciales (VSE F) (Tabla S 8.55-Tabla S 8.57).

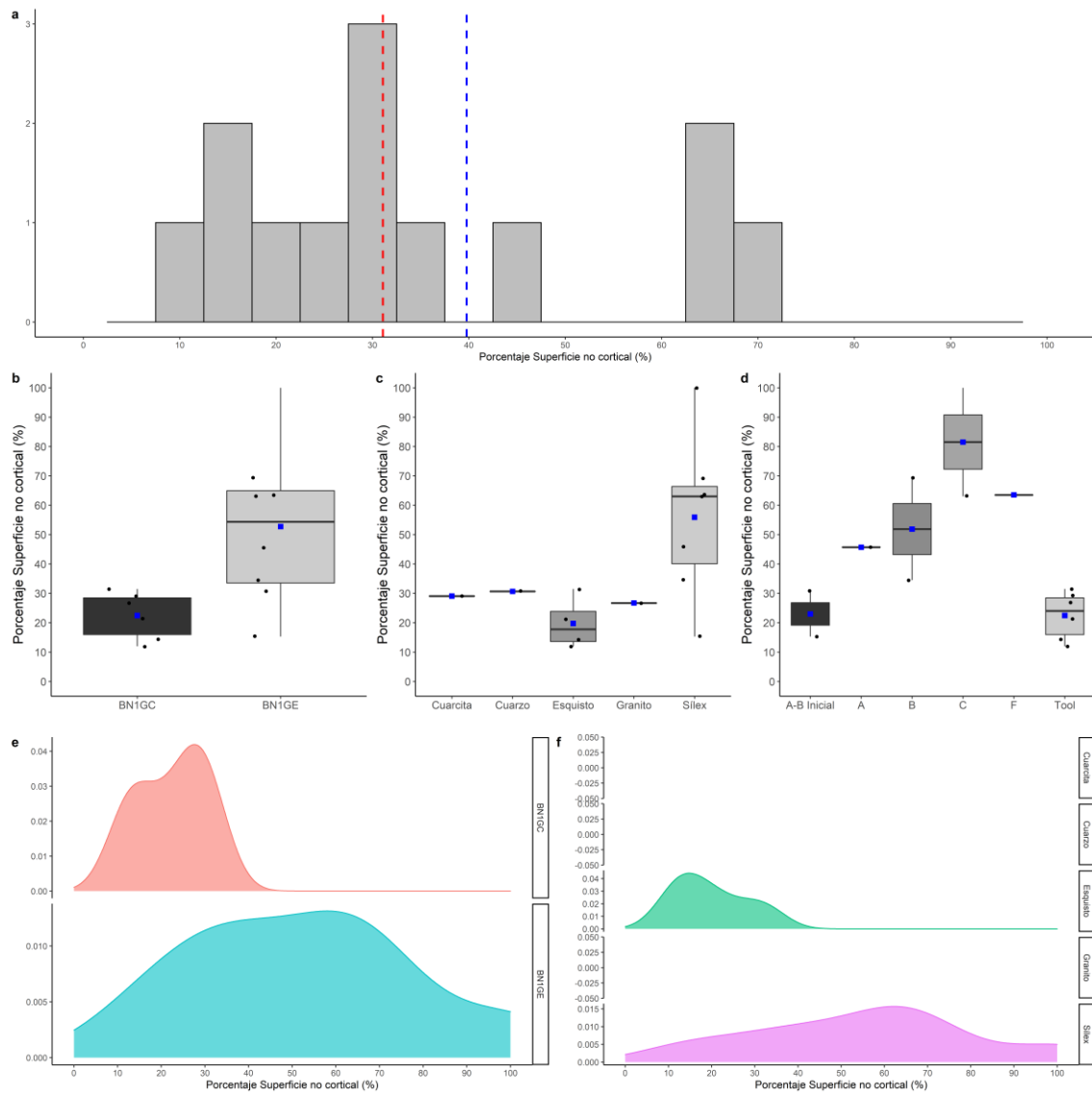


Figura 4.28. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto de la unidad II de El Forn. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot, b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

El SDI sugiere un patrón similar al comparar los valores obtenidos por categorías estructurales y por materias primas, presentando valores inferiores en los instrumentos sobre canto y, por ende, al esquisto, cuarcita y granito, mientras que los núcleos de sílex presentan valores más altos, aunque con un considerable grado de variabilidad interna, con diferentes valores en función de la VSE (Figura 4.29). Por ejemplo, la VSE A y F presentan los valores más altos, que contrastan con los valores más bajos de la VSE C, y especialmente de la VSE B (Tabla S 8.58-Tabla S 8.60).

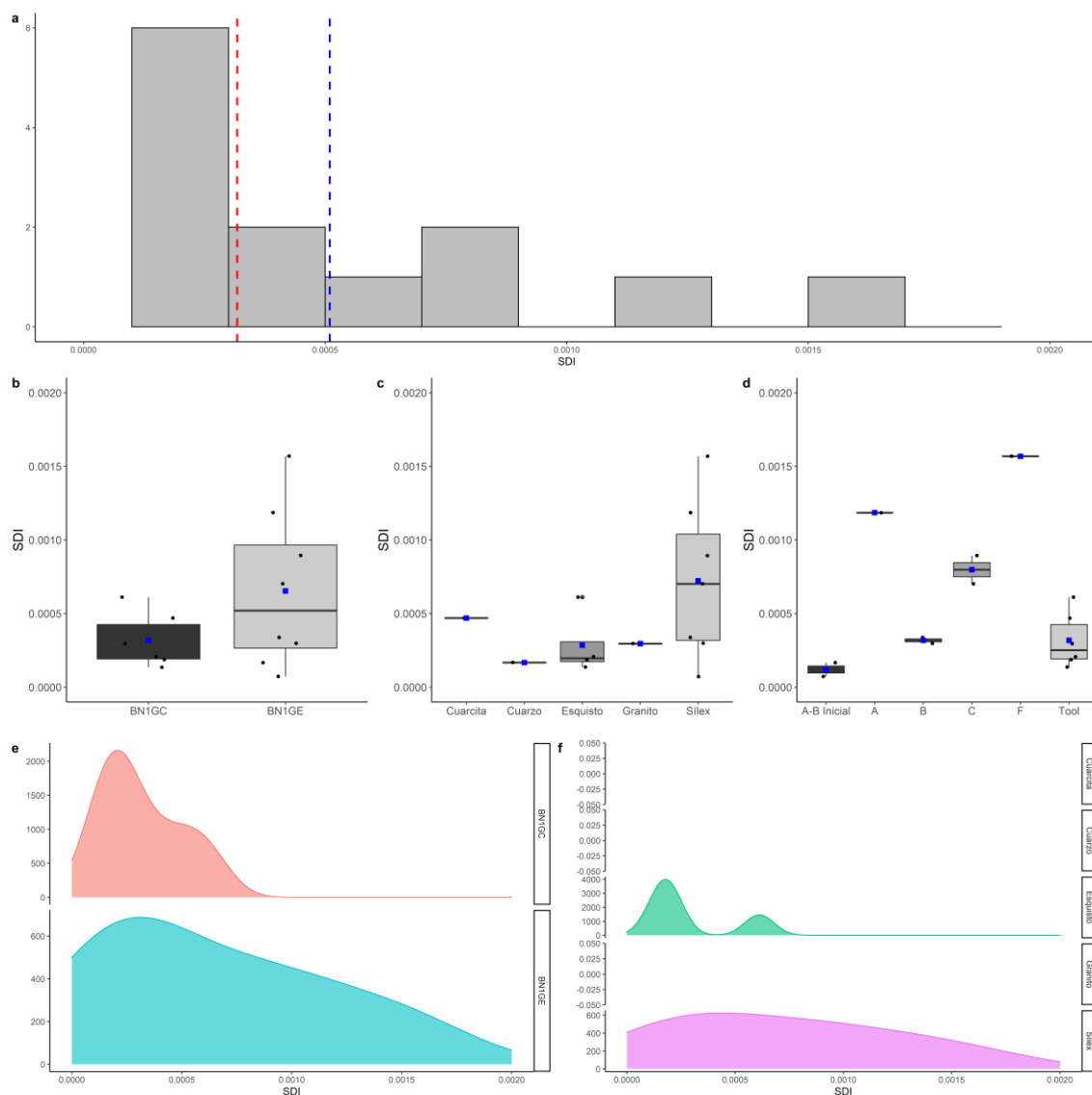


Figura 4.29. Scar Density Index (SDI) del conjunto de la unidad II de El Forn. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot, b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Los resultados obtenidos por el VRM muestran un menor grado de variabilidad en la reducción de los núcleos en función de la VSE (Tabla S 8.68), presentando un patrón más similar al del porcentaje de superficie no cortical (Figura 4.30). De hecho, nuevamente encontramos una alta correlación entre ambas variables ($r = 0.85$, $r^2 = 0.72$, $p < 0.05$), siendo ligeramente más baja con respecto al SDI ($r = 0.73$; $r^2 = 0.53$, $p < 0.05$).

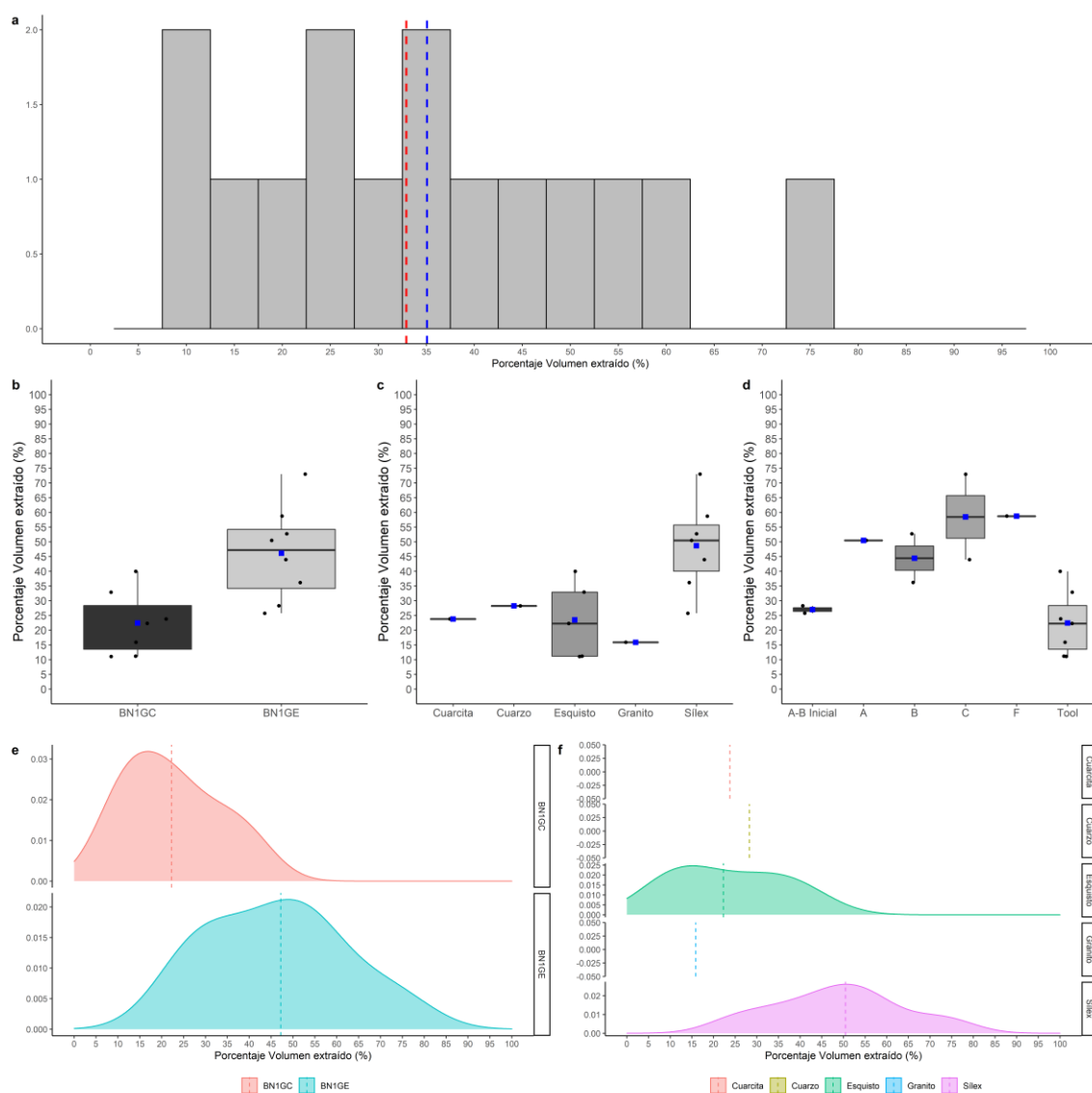


Figura 4.30. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto de la Unidad II de El Forn. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot, b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

En relación al volumen estimado, destacan algunos *outliers* que presentan unos volúmenes muy elevados, tanto en los configurados como en los núcleos, aunque la tendencia general en este caso es similar entre las distintas categorías estructurales. No obstante, al separar los resultados por materias primas, observamos que el esquisto tiende a presentar unos volúmenes originales estimados mayores que el sílex, mientras que el resto de materias primas presentan grandes diferencias entre ellas (cuarzo, cuarcita y granito), aunque estas diferencias son en cierta medida anecdóticas, ya que únicamente contamos con un ejemplar para cada una (Figura 4.31, Tabla S 8.63-Tabla S 8.65).

El SPI presenta valores más altos en los configurados que en los núcleos, probablemente debido a la escasa configuración de los primeros, que se concentra en zonas muy concretas de los soportes, mientras que los núcleos muestran una distribución continua y más amplia ($SD = 0.18$, $CV = 23.78$) (Figura 4.32). Estas diferencias se mantienen al comparar los resultados entre materias primas (Tabla S 8.61-Tabla S 8.62). El bajo grado de correlación entre el SPI y las distintas variables empleadas para estimar la reducción (porcentaje de superficie no cortical: $r = 0.14$, $r^2 = 0.02$, $p = 0.63$; SDI: $r = -0.28$, $r^2 = 0.07$, $p = 0.35$ y porcentaje de volumen extraído: $r = -0.20$, $r^2 = -0.04$, $p = 0.50$) indica que no se producen cambios en las orientaciones de los levantamientos a medida que avanza la reducción.

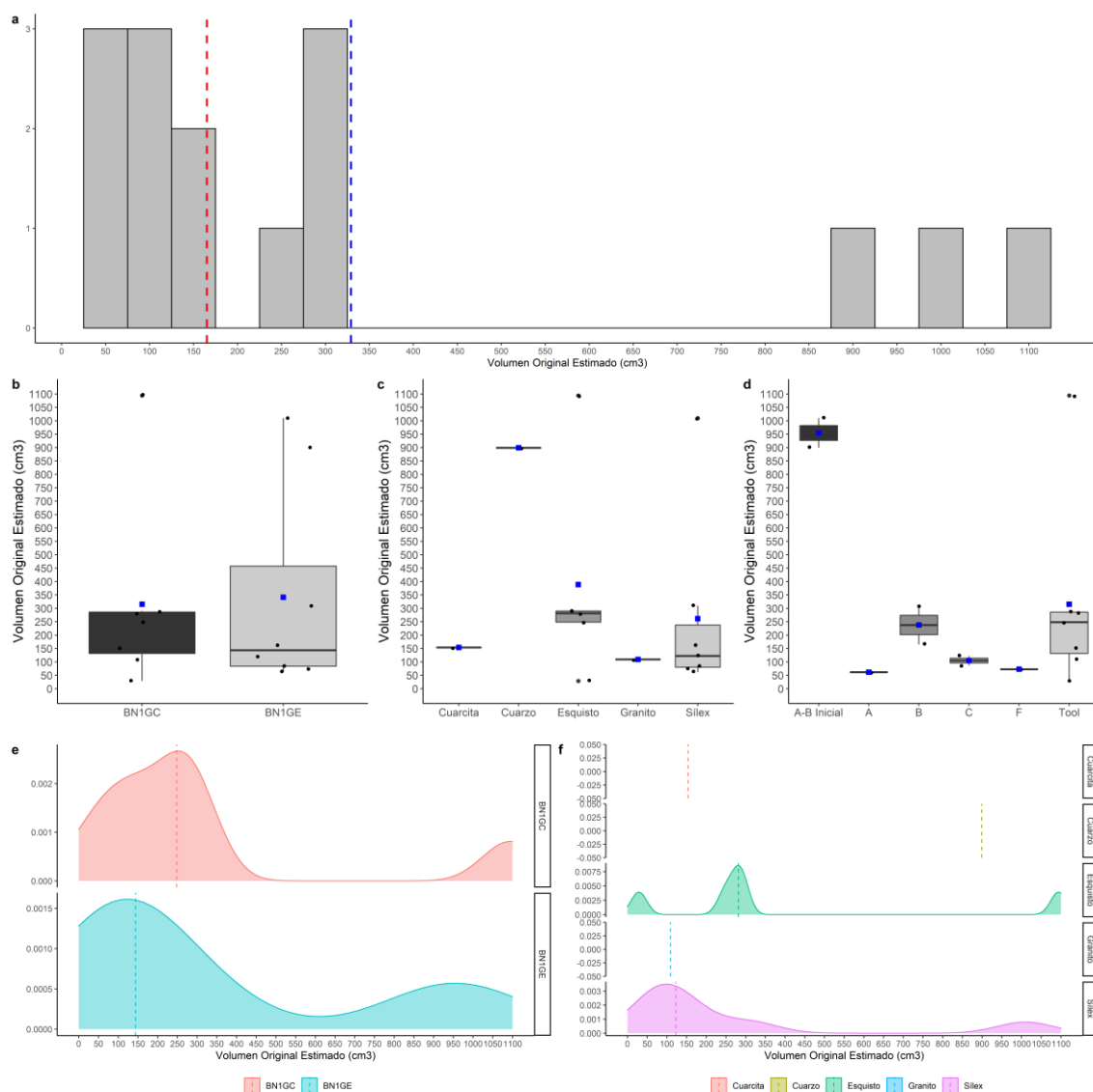


Figura 4.31. Volumen original estimado (cm^3) del conjunto de la unidad II de El Forn a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot, b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

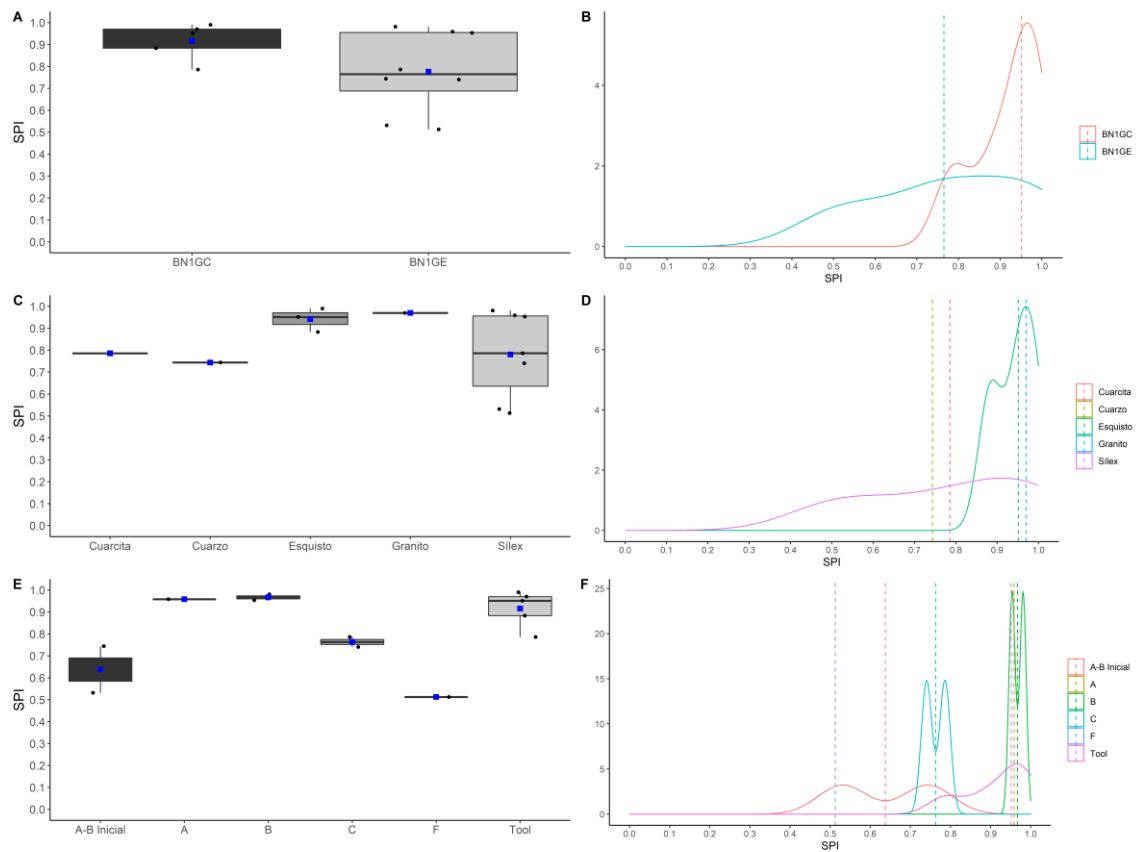


Figura 4.32. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto de la Unidad II de El Forn. Boxplot, a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.

El volumen original de los soportes tampoco parece jugar un papel relevante en las estrategias de talla aplicadas ($r = -0.23$, $r^2 = 0.05$, $p = 0.44$), ni en el grado de reducción, ya que -aunque presenta una correlación negativa moderada tanto respecto al porcentaje de volumen extraído ($r = -0.56$, $r^2 = 0.31$, $p = 0.04$), como al SDI ($r = -0.62$, $r^2 = 0.38$, $p = 0.02$)- esta correlación se ve “forzada” por los testeos de soportes de grandes dimensiones muy poco reducidos, que incrementan el peso de esta correlación (Figura 4.33).

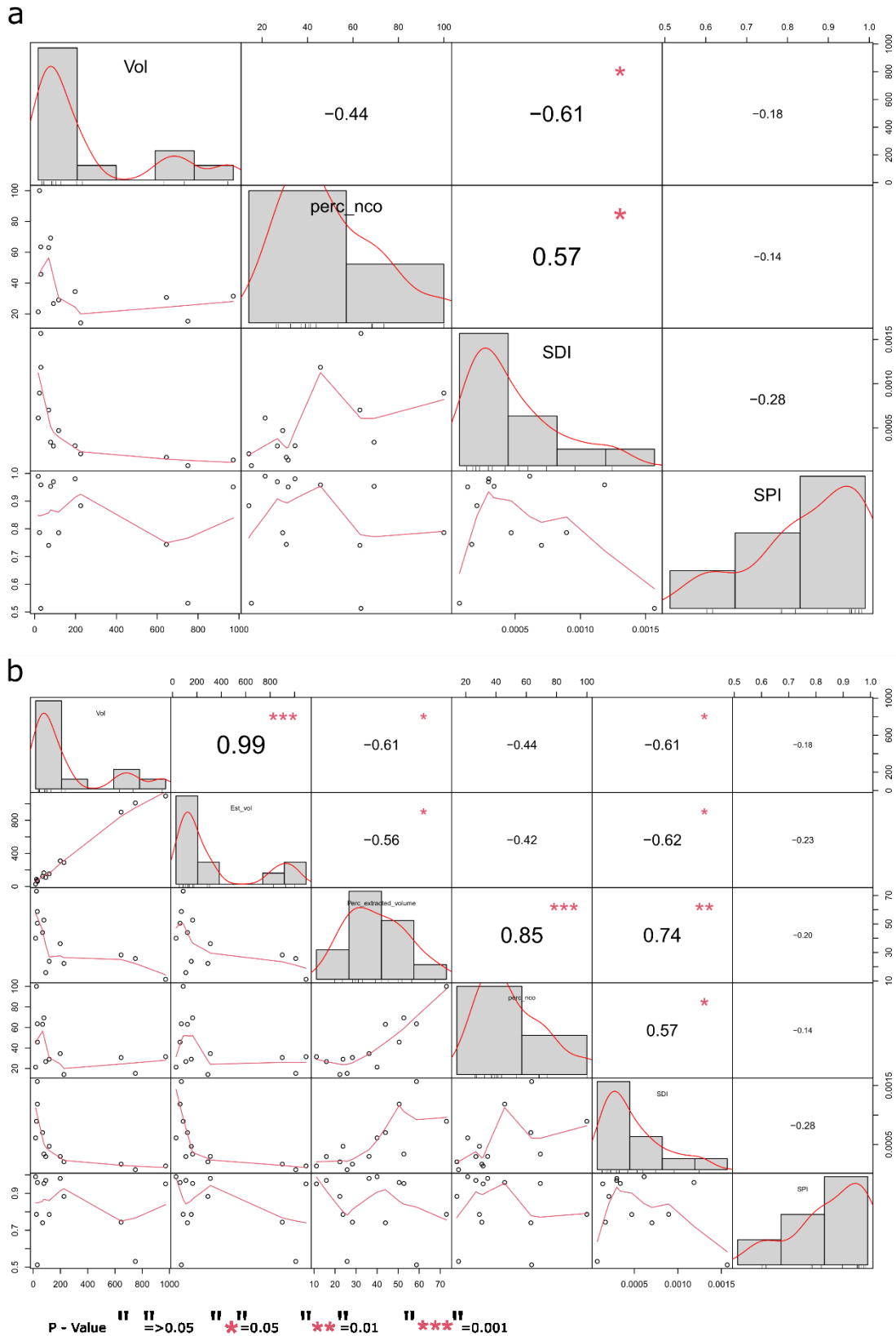


Figura 4.33. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto de la Unidad II de El Forn. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal, el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.

4.2.2.4 *Sumario resultados El Barranc de la Boella*

Las tres localidades de El Barranc de la Boella presentan una serie de características comunes, entre las que destaca la gestión diferencial de la materia prima. Así, el sílex está orientado a la obtención de lascas mientras el resto de las litologías (especialmente el esquisto) se emplean principalmente para la configuración de instrumentos de gran y mediano formato. Esta gestión diferencial se manifiesta desde el mismo momento de la adquisición de la materia prima, con una selección de formatos generalmente más grandes para la elaboración de herramientas sobre canto. Por el contrario, para la explotación se utilizan grandes nódulos, así como pequeños fragmentos, como núcleos para la obtención de lascas. Los volúmenes estimados a través del VRM, que indican una cierta variabilidad en los soportes de partida, así lo atestiguan. Ello, junto con la independencia del grado de reducción con respecto a los volúmenes originales estimados, parece indicar que el volumen de partida no juega un rol relevante en las dinámicas de explotación.

Con respecto a las frecuencias de las estructuras volumétricas de explotación en cada localidad, observamos que la presencia de núcleos en estadio inicial de explotación (VSE A-B inicial) son relativamente altas en las tres localidades, representando aproximadamente un 25% de los núcleos en cada una. No obstante, en El Forn estos núcleos en estadios iniciales parecen estar relacionados con testeos de la materia prima que finalmente son descartados por tratarse de materiales de baja calidad, con impurezas y fisuras internas, mientras que en La Mina y la Cala 1 esta estructura volumétrica está relacionada con el aprovechamiento de fragmentos de sílex de pequeño tamaño para la obtención de pocos productos.

Además, en La Mina y en la Cala 1 se han documentado núcleos completamente agotados que parecen estar orientados al aprovechamiento máximo de los soportes. Tanto los núcleos que reflejan aprovechamientos puntuales, como los que se encuentran en una fase de explotación final, no estarían reflejando organizaciones volumétricas determinadas, sino que parecen corresponderse a estrategias expeditivas asociadas a un aprovechamiento más intenso de las matrices.

Esta combinación de elementos situados en los extremos de la secuencia de reducción se traduce en una gran variabilidad en el grado de reducción de los núcleos, tal y como indican los diferentes proxis utilizados. Sin embargo, pese a esta variabilidad, la tendencia es una reducción general baja en los tres conjuntos, especialmente en la Cala 1.

A nivel general, las tres localidades comparten una concepción volumétrica de la talla para la explotación, en donde predominan esquemas unipolares longitudinales, ya sean unifaciales sin preparación de la plataforma de percusión (VSE A y B) o bifaciales (VSE F), en los que o bien

una cara actúa como plataforma de percusión mientras la segunda superficie intervenida actúa como superficie de lascado preferencial, o bien ambas superficies están orientadas a la explotación, actuando alternativamente como plataforma de percusión y superficie de lascado. Esta explotación se caracteriza por presentar un bajo desarrollo perimetral, en el que las extracciones se concentran sobre un sector específico de los mismos. No obstante, en El Forn hay un predominio de explotaciones unificiales sobre cara ancha (VSE B), mientras que esta estructura está ausente en La Mina y la Cala 1, donde es más frecuente la explotación de dos superficies adyacentes, ya sea mediante la preparación de la superficie de percusión para la explotación unipolar longitudinal en una cara contigua, o la explotación unipolar longitudinal de dos superficies contiguas que generan una disposición general de tipo bifacial ortogonal (VSE F). El uso de superficies anchas o estrechas no parece responder a un objetivo de obtención de lascas con características tipométricas determinadas, sino que parece estar vinculado al formato de partida, explotando las superficies anchas en los formatos más espesos y esféricos, y las superficies estrechas en los formatos más delgados

Las VSE C pueden responder a esta concepción volumétrica de la talla, ya que en general estas explotaciones unificiales ortogonales y opuestas no presentan alternancias en las series de explotación, sino que en primer lugar se realiza una serie en la que se explota una superficie desde la misma plataforma, y posteriormente se rota el núcleo manteniendo la misma superficie de explotación y realizando otra serie desde una plataforma contigua u opuesta.

Por otro lado, destaca la baja frecuencia de estrategias centrípetas, tanto unificiales como bifaciales, ya que únicamente se han documentado dos núcleos que presentan este tipo de estrategias: un unifacial centrípeto en gres de grandes dimensiones procedente de la Cala 1 y un bifacial centrípeto de sílex en La Mina. Por ello, se produce una ausencia prácticamente total de núcleos que presentan una gestión volumétrica articulada en dos superficies anchas opuestas entre sí.

La Cala 1 presenta unas ciertas singularidades con respecto a las otras dos localidades, ya que se ha documentado tanto la técnica bipolar sobre yunque (VSE J), como estrategias multipolares multifaciales, entre las que destaca el poliedro (VSE I). A juzgar por el tamaño, no se corresponden necesariamente a momentos finales de la secuencia de reducción, ni a aprovechamientos maximales de la materia prima.

Pese al bajo grado de reducción inferido a través de los distintos indicadores y, especialmente, el porcentaje de superficie no cortical, la diferencia más significativa entre estos conjuntos radica en los grandes instrumentos o *Large Cutting Tools*. En El Forn se ha recuperado un *cleaver-like tool*, realizado sobre una gran lasca de esquisto (Mosquera et al., 2016). En la Cala 1 destaca la presencia de 7 LCTs, entre los que predominan los picos ($n = 5$). Para la

configuración de estos picos, generalmente seleccionan grandes cantos de esquisto cuya morfología presenta tres superficies que conforman un triedro natural. Generalmente presentan poca modificación, con una única generación de levantamientos. En La Mina, las herramientas son de menor tamaño, recuperándose únicamente tres instrumentos mayores de 10 cm, que se corresponden a *choppers* y *chopping tools*.

Por lo tanto, las tres localidades presentan diferencias en los grandes configurados tanto a nivel de ausencia/presencia -y frecuencia-, como a nivel tipológico, aunque hay algunos gestos técnicos que parecen conectarlas: por un lado, la obtención y utilización de grandes lascas mediante la partición de cantos para la configuración posterior del *cleaver-like tool* de El Forn y de un pico procedente de la Cala 1, parecen indicar el uso puntual de esta técnica para la obtención de grandes lascas (Mosquera et al., 2016). Con respecto al resto de configurados sobre canto, hay ciertas similitudes técnicas entre El Forn y La Mina, como la configuración mediante series alternantes de dos *chopping tools* de cuarcita (ver Figura 4.16c, Figura 4.27 c).

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

4.2.3 Gran Dolina TD10

4.2.3.1 Gran Dolina TD10.4

En la subunidad TD10.4 de la Gran Dolina se han recuperado un total de 11 núcleos, que corresponden al 4.7% del conjunto (Tabla 4.12). De ellos, 5 son núcleos realizados sobre canto o nódulo (BN1GE) y 6 son sobre lasca (BN2GE).

	BNA	BNB	BNC	BND	BP	BPF	FBP	BN1GE	BN2GE	FBNE	BN1GC	BN2GC	FBNC	FRAG	INDET	TOTAL
N	1	9	5	1	86	15	46	5	6	0	3	28	1	13	14	234
%	0.42	3.78	2.13	0.42	36.72	6.4	19.64	2.13	2.56	0	1.28	11.95	0.42	5.55	5.97	100

Tabla 4.12. Frecuencia de categorías estructurales en la subunidad TD10.4.

Si atendemos a la distribución por materia prima (Tabla 4.13), observamos que se emplean mayoritariamente lascas como soporte en el caso del sílex neógeno (83.3%), mientras que para los materiales fluviales existe un predominio del uso de cantos. Igualmente, destaca la ausencia de núcleos realizados sobre caliza, cuarzo y sílex cretácico, aunque la presencia de otras categorías estructurales en estas materias primas indica que también se han explotado. Con respecto a las BN1GC, únicamente se han recuperado tres efectivos de cuarcita.

	ARENISCA	CUARCITA	SÍLEX NEÓGENO	TOTAL
BN1GE	3 (75%)	1 (100%)	1 (16.66%)	5 (45.45%)
BN2GE	1 (25%)	-	5 (83.33%)	6 (54.55%)
FBNE	-	-	-	-
TOTAL	4 (36.36%)	1 (9.09%)	6 (54.54%)	11 (100%)

Tabla 4.13. Subunidad TD10.4. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima.

Los núcleos por lo general conservan gran parte de su volumen una vez son abandonados (Figura 4.34). A pesar de esta tendencia, en tres casos sí parece haber un cierto agotamiento volumétrico. En estos casos se han empleado dos lascas y un canto de pequeñas dimensiones como soporte, por lo que el potencial productivo de estas matrices es muy bajo, llegando a este nivel de agotamiento tras series de explotación relativamente cortas. Por otro lado, no existen grandes diferencias en el volumen remanente entre los núcleos en función de la materia prima, aunque los núcleos de sílex neógeno presentan valores centrales ligeramente superiores (Tabla S 8.74).

Estas similitudes se mantienen cuando comparamos las dimensiones máximas de los mismos, siendo los núcleos bastante homogéneos entre sí (Figura 4.35). No obstante, resulta interesante las diferencias métricas entre las dimensiones en función de la categoría estructural (Tabla S 8.75-

Tabla S 8.77). De este modo, los cantos escogidos para su configuración tienden a ser más largos

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	46.45	46.67	28.72	61.82
BN1GE	5	46.77	44.20	12.99	27.78
BN2GE	5	82.99	90.67	22.45	27.05

y anchos que los cantos empleados como núcleos. Esto contrasta con los espesores, ya que las BN1GC presentan espesores menores. Si tenemos en cuenta que los espesores máximos de los núcleos y configurados realizados en litologías fluviales se corresponden a superficies corticales (Figura 4.36), esta tendencia podría estar indicando una selección morfológica diferencial de los soportes de la misma materia prima en función del objetivo, siendo más largos y planos los cantos escogidos para la configuración, y más compactos (más cortos y espesos) los cantos seleccionados para la explotación (Tabla S 8.71-Tabla S 8.73).

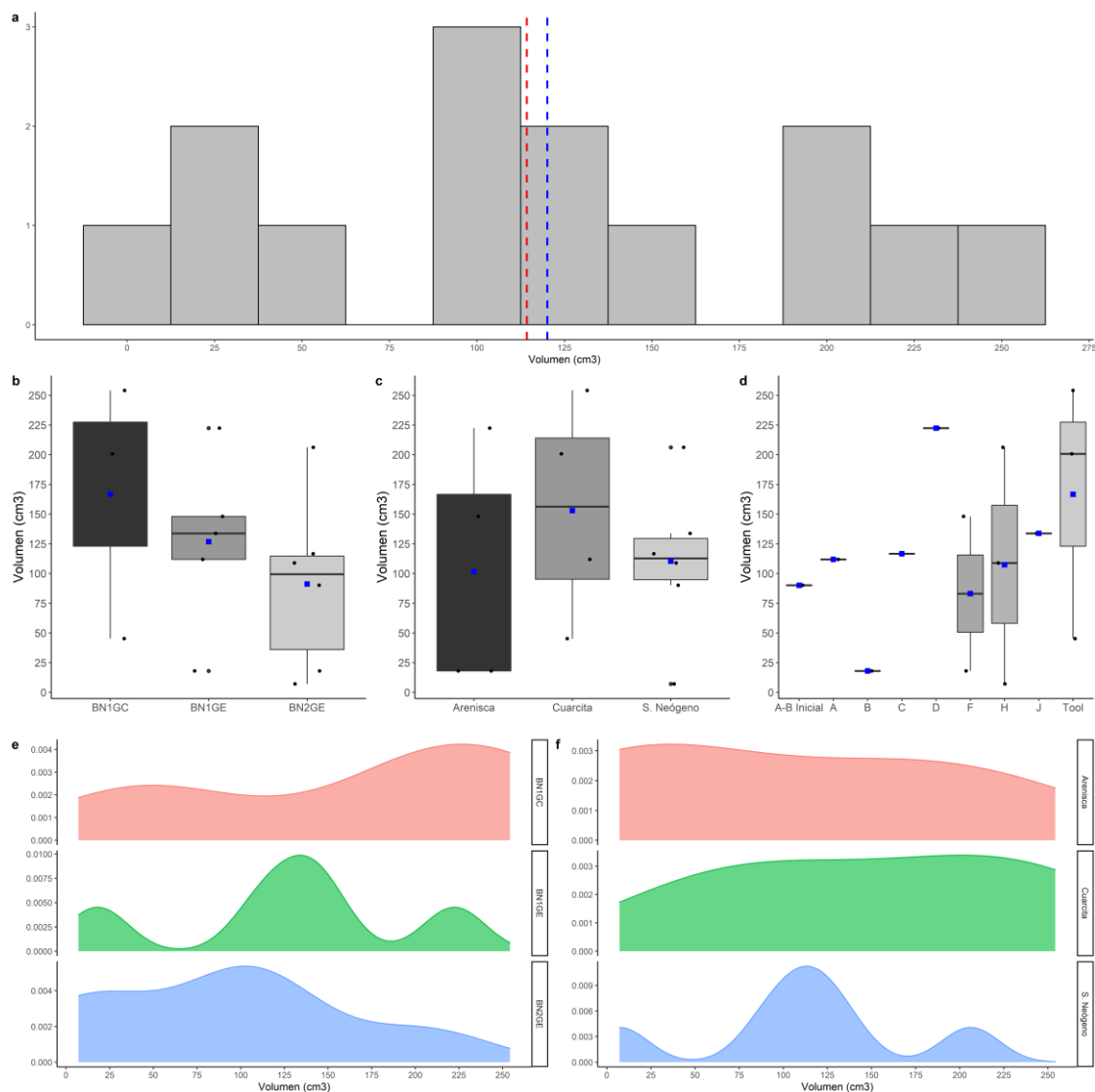


Figura 4.34. Volumen remanente (cm^3) del conjunto TD10.4. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, y f) por materia prima.

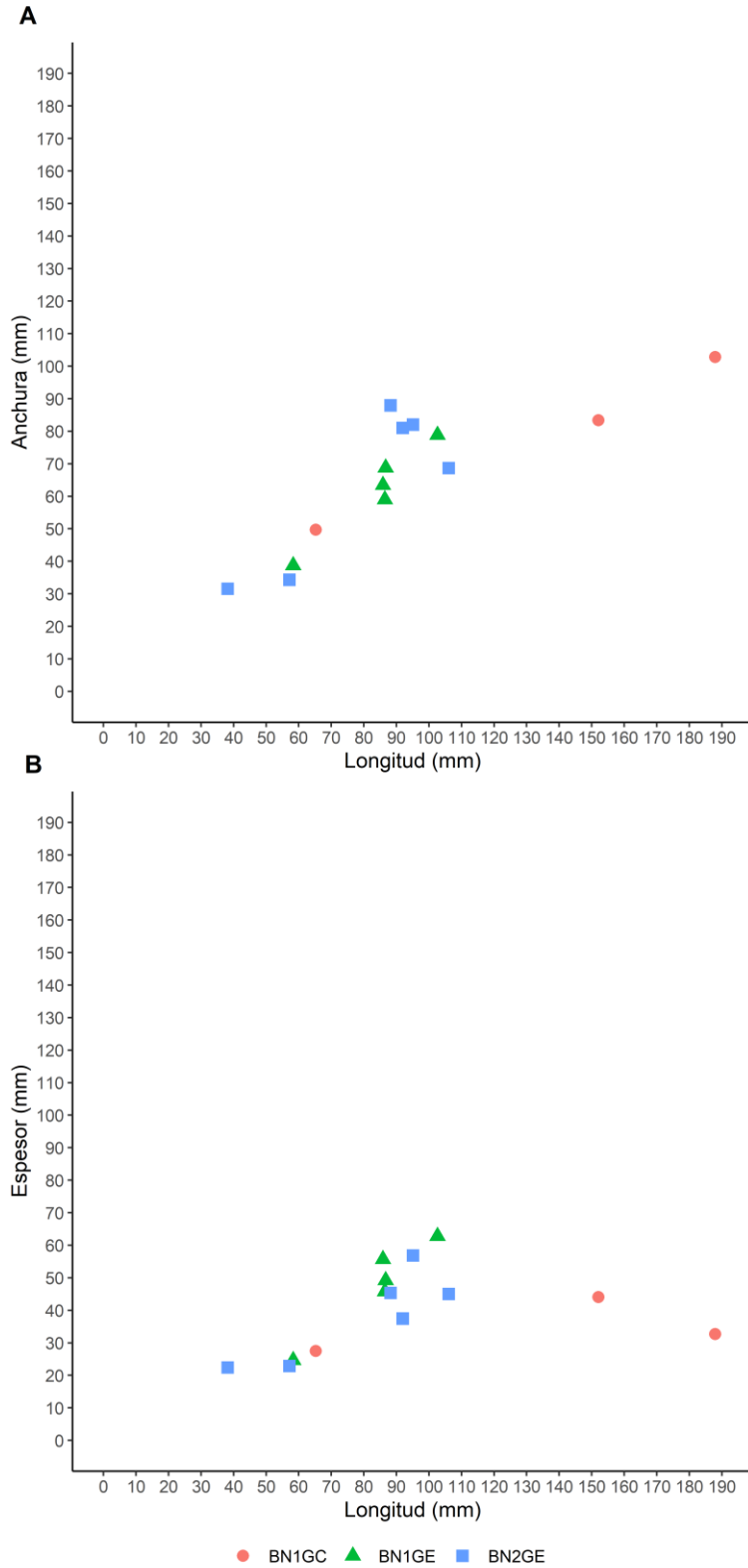


Figura 4.35. Subunidad TD10.4. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.

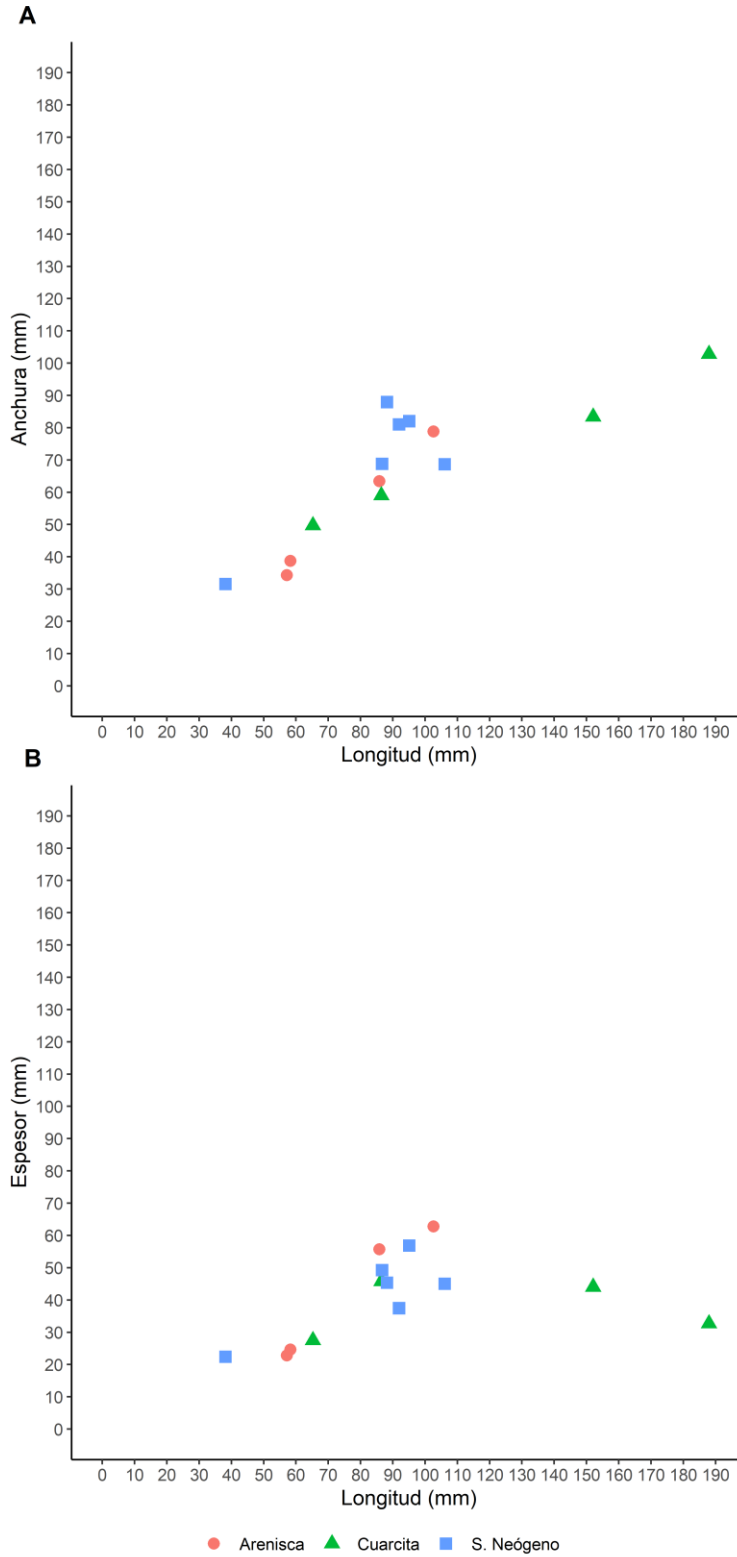


Figura 4.36. Subunidad TD10.4. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.

En lo referente al número de superficies intervenidas en los núcleos, hay una proporción similar entre unificiales y bifaciales, independientemente del tipo de soporte empleado (Tabla 4.14).

	UNIFACIAL	BIFACIAL	TOTAL
BN1GE	3 (60%)	2 (40%)	5 (45.45%)
BN2GE	3 (50%)	3 (50%)	6 (54.54%)
TOTAL	6 (54.54%)	5 (45.45%)	11 (100%)

Tabla 4.14. Subunidad TD10.4. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.

En cambio, nos encontramos un escenario más variable en lo que respecta al número de plataformas de percusión. En los núcleos sobre canto o nódulo predomina tanto el uso de una como de dos plataformas, mientras que en los núcleos sobre lasca es más frecuente el uso de múltiples plataformas (Tabla 4.15).

	UNIPOLAR	BIPOLAR	MULTIPOLAR	TOTAL
BN1GE	2 (40%)	2 (40%)	1 (20%)	5 (45.45%)
BN2GE	2 (33.33%)	1 (16.66%)	3 (50%)	6 (54.54%)
TOTAL	4 (36.36%)	3 (27.27%)	4 (36.36%)	11 (100%)

Tabla 4.15. Subunidad TD10.4. Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.

En cuanto a las estrategias de explotación, predominan los núcleos unificiales unipolares longitudinales y los multipolares centrípetos, ya sean bifaciales o unificiales. El resto de las estrategias representadas -bifacial bipolar opuesto, bifacial bipolar ortogonal y unifacial bipolar ortogonal- solamente se han identificado en un caso cada una (Tabla 4.16).

	CENTRÍPETO	LONGITUDINAL	OPUESTO	ORTOGONAL	TOTAL
UNIFACIAL	1 (16.66%)	4 (66.66%)	-	1 (16.66%)	6 (54.54%)
BIFACIAL	3 (60%)	-	1 (20%)	1 (20%)	5 (45.45%)
TOTAL	4 (36.36%)	4 (36.36%)	1 (9.09%)	2 (18.18%)	11 (100%)

Tabla 4.16. Subunidad TD10.4. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.

Respecto a las estructuras volumétricas de explotación, este conjunto se caracteriza por una gran variabilidad con respecto al número de núcleos (Tabla 4.17). No obstante, se pueden identificar una serie de patrones en función de la materia prima:

	A-B INICIAL	A	B	C	D	F	H	J	BN1GC	TOTAL
ARENISCA	-	-	1 (25%)	-	1 (25%)	2 (50%)	-	-	-	4 (100%)
CUARCITA	-	1 (25%)	-	-	-	-	-	-	3 (75%)	4 (100%)
SÍLEX NEÓGENO	1 (16.66%)	-	-	1 (16.66%)	-	-	3 (50%)	1 (16.66%)	-	6 (100%)
TOTAL	1 (7.14%)	1 (7.14%)	1 (7.14%)	1 (7.14%)	1 (7.14%)	2 (8.28%)	3 (21.42%)	1 (7.14%)	3 (21.42%)	14 (100%)

Tabla 4.17. Subunidad TD10.4. Frecuencia de las VSE en función de la materia prima.

Por un lado, los materiales fluviales (arenisca y cuarcita) se caracterizan por el uso de estrategias unipolares longitudinales, ya sean unificiales sobre cara estrecha (VSE A) (Figura 4.37d) o ancha (VSE B) (Figura 4.37c). En un caso, se puede observar que hay una tendencia unipolar longitudinal dominante; sin embargo, las últimas extracciones realizadas le confieren una cierta tendencia centrípeta (VSE D) (Figura 4.37a). Los dos últimos núcleos se corresponden a la VSE F: uno de ellos consiste en dos series longitudinales realizadas sobre dos superficies contiguas, dando lugar a una explotación bifacial bipolar ortogonal (VSE F1) (Figura 4.37b); en el otro, se han documentado dos series unipolares longitudinales independientes y opuestas entre sí, realizadas sobre dos caras contiguas del soporte (VSE F2). A pesar de esta cierta variabilidad, todos los núcleos muestran una serie de caracteres técnicos en común: 1) ausencia de preparación de plataforma y/o jerarquización de superficies, - manifestado a través del empleo de superficies corticales como plataformas de percusión-; 2) ángulos abruptos o semi-abruptos entre las superficies de percusión y de lascado; y 3) un gran porcentaje de superficie cortical remanente con respecto a la superficie total.

Por otro lado, el sílex neógeno se caracteriza por el predominio de la VSE H (Figura 4.38a, b y d). Estos núcleos presentan dos superficies de explotación opuestas, separadas por un plano de intersección, con los negativos dispuestos de forma centrípeta. En los tres casos documentados las dos superficies presentan una marcada asimetría entre sí, correspondiéndose la cara ventral a la superficie más plana. Los ángulos de las extracciones son simples o semiplanos con respecto al plano de intersección. En cambio, la cara dorsal presenta una morfología más convexa con ángulos simples o semiabruptos. Además, en dos casos se produce una cierta jerarquización entre las superficies, de manera que la cara plana actúa de plataforma de percusión, mientras que la cara convexa ejerce de superficie de lascado. Esta jerarquización se manifiesta en una desigual intensidad de lascado entre ambas superficies. Así, las extracciones de la superficie de preparación son escasas, marginales y no presentan un marcado desarrollo perimetral con respecto al filo (NC-2C). En el caso restante, debido al deterioro de la superficie, no es posible determinar con seguridad la jerarquización entre ambas superficies, aunque sí se puede observar este carácter asimétrico entre las mismas.

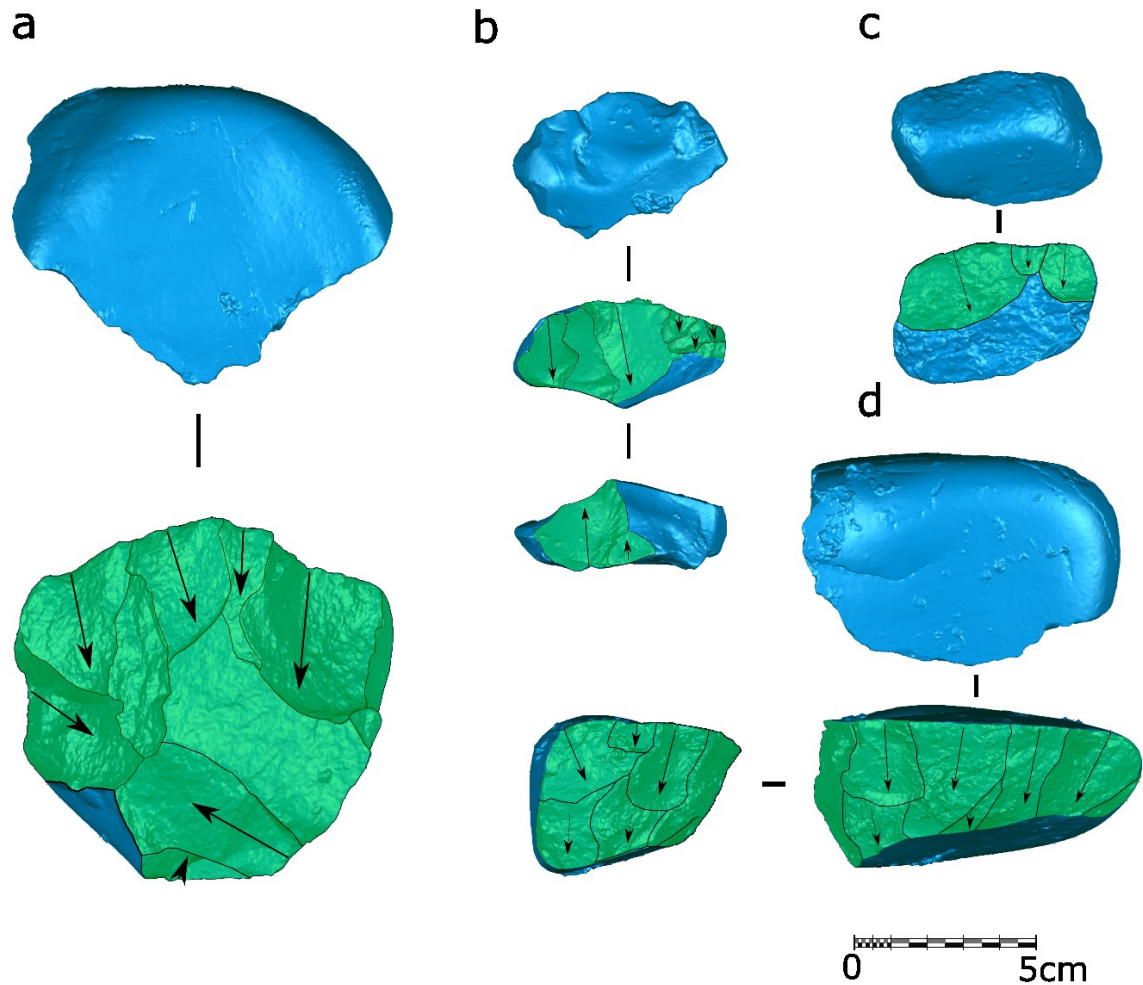


Figura 4.37. Núcleos de material fluvial (cuarcita y arenisca) recuperados en TD10.4. a) ATA18 L21 29, b) ATA19 N16 8; c) ATA18 I18 19; d) ATA18 L17 19.

Los tres núcleos de sílex neógeno restantes se corresponden con un núcleo sobre lasca que presenta negativos dispuestos de forma bipolar ortogonal (VSE C1) (Figura 4.38e), con un nódulo en fase inicial de explotación -en el que, tras la preparación de una superficie de percusión con dos levantamientos marginales, se ha empleado la técnica bipolar sobre yunque (VSE J) (Figura 4.38c) para la explotación de una de las caras estrechas del soporte- y a un núcleo que presenta una única extracción (A-B inicial).

Con respecto a las BN1GC, se han recuperado dos cantos tallados unificiales y un bifaz, realizados en cuarcita. El bifaz presenta una configuración más intensa, que afecta a prácticamente todo el perímetro del soporte -a excepción de la base-, mediante dos generaciones de extracciones muy profundas, que configuran un filo uniangular (Figura 4.39a). Los dos cantos tallados presentan un grado de configuración diferente. Así, el de

menores dimensiones muestra una configuración escasa, con dos levantamientos ortogonales entre sí que configuran un filo convexo distal (Figura 4.39b). El canto tallado restante se corresponde tipológicamente con una raedera unifacial, con un marcado desarrollo perimetral (3C), configurado mediante dos generaciones de levantamientos muy profundos con respecto a la cara, generando una delineación convexa del filo.

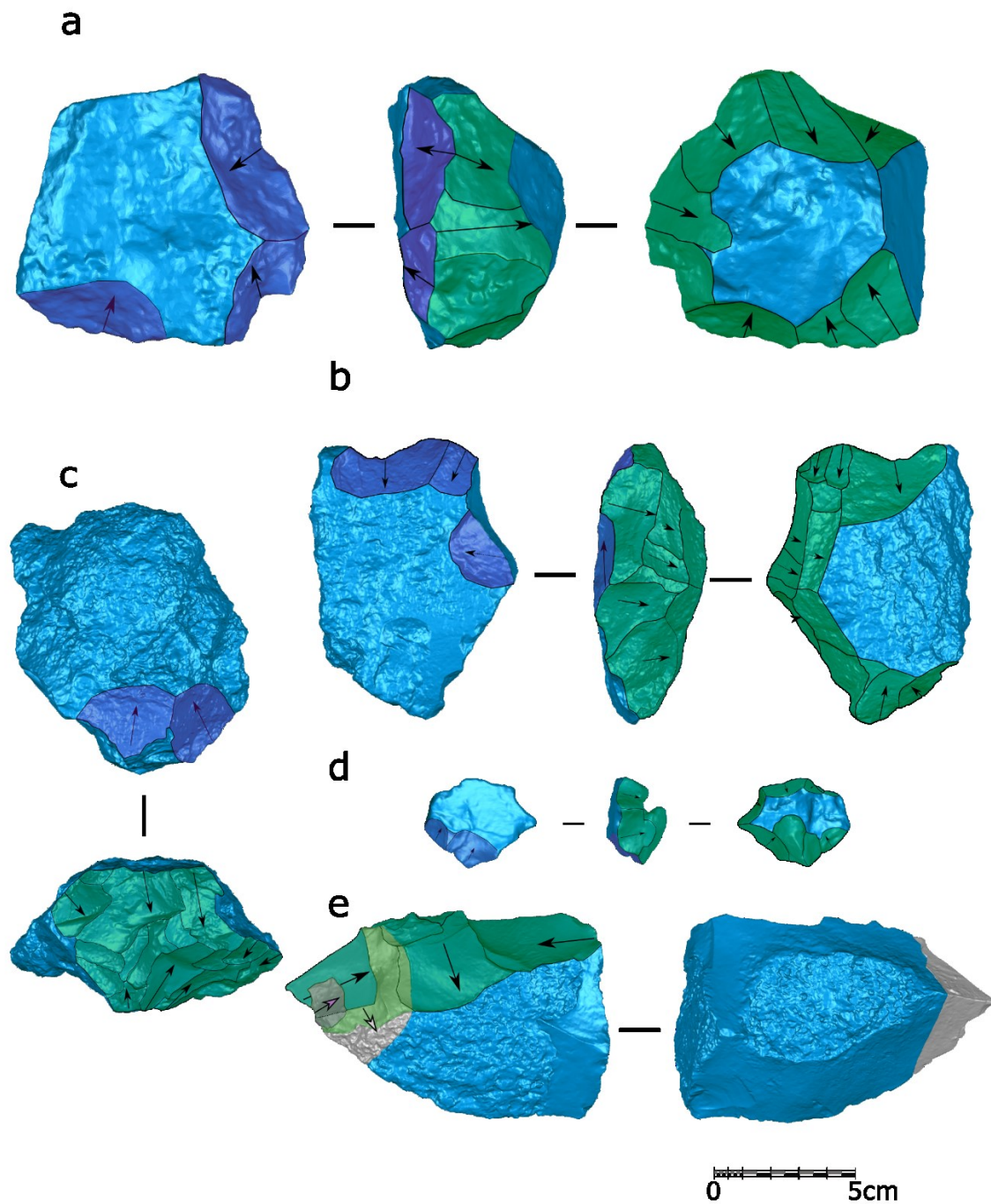


Figura 4.38. Núcleos de sílex neógeno recuperados en TD10.4. A) ATA02 G11 67, B) ATA18 K14 47; C) ATA18 H19 10; D) ATA93 H17 57; E) ATA19 M21 4.

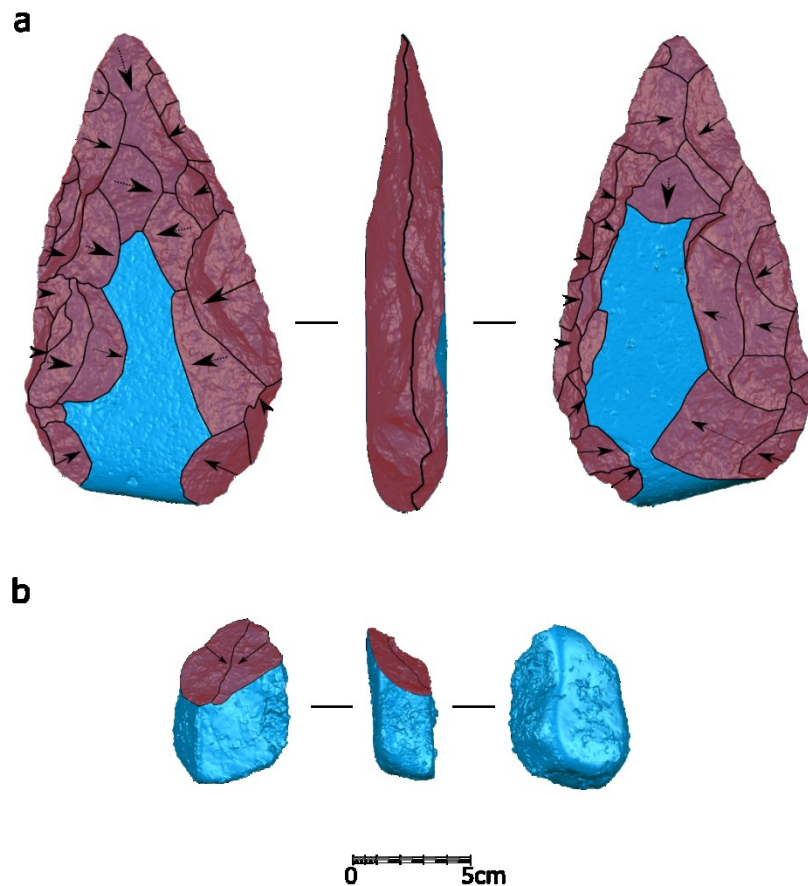


Figura 4.39. BNIGC recuperados en TD10.4 A) ATA17 N21 3 (cuarcita); B) ATA18 I11 38 (cuarcita).

Tanto los núcleos como los configurados sobre canto (cuarcita y arenisca) muestran porcentajes bajos de superficie no cortical, oscilando entre el 30 y 50%, mientras que los núcleos de sílex neógeno exhiben un porcentaje de superficie no cortical que asciende hasta el 80-100% de la superficie total (Tabla S 8.78-Tabla S 8.80;Figura 4.40).

Esto puede ser debido a las diferencias tanto en las estrategias aplicadas, como en el tipo de soporte empleado, con una mayor presencia de estrategias unificiales en los materiales fluviales, en las que las nuevas extracciones eliminan más superficie no cortical correspondiente a negativos previos, que superficie cortical; mientras, en el sílex neógeno, el uso mayoritario de lascas como soporte tiene como resultado un porcentaje de superficie no cortical mayor.

El SDI revela valores similares entre las distintas categorías estructurales, aunque los núcleos sobre lasca presentan valores ligeramente inferiores. Estas diferencias son un poco más acentuadas al separar los resultados entre materias primas. De este modo, el sílex neógeno presenta valores inferiores en comparación con la cuarcita y arenisca. La variabilidad en el

tipo de estructuras identificadas, junto con el bajo número de los núcleos, impide un análisis más detallado de las diferencias en función de las VSE (Tabla S 8.81-Tabla S 8.83;Figura 4.41).

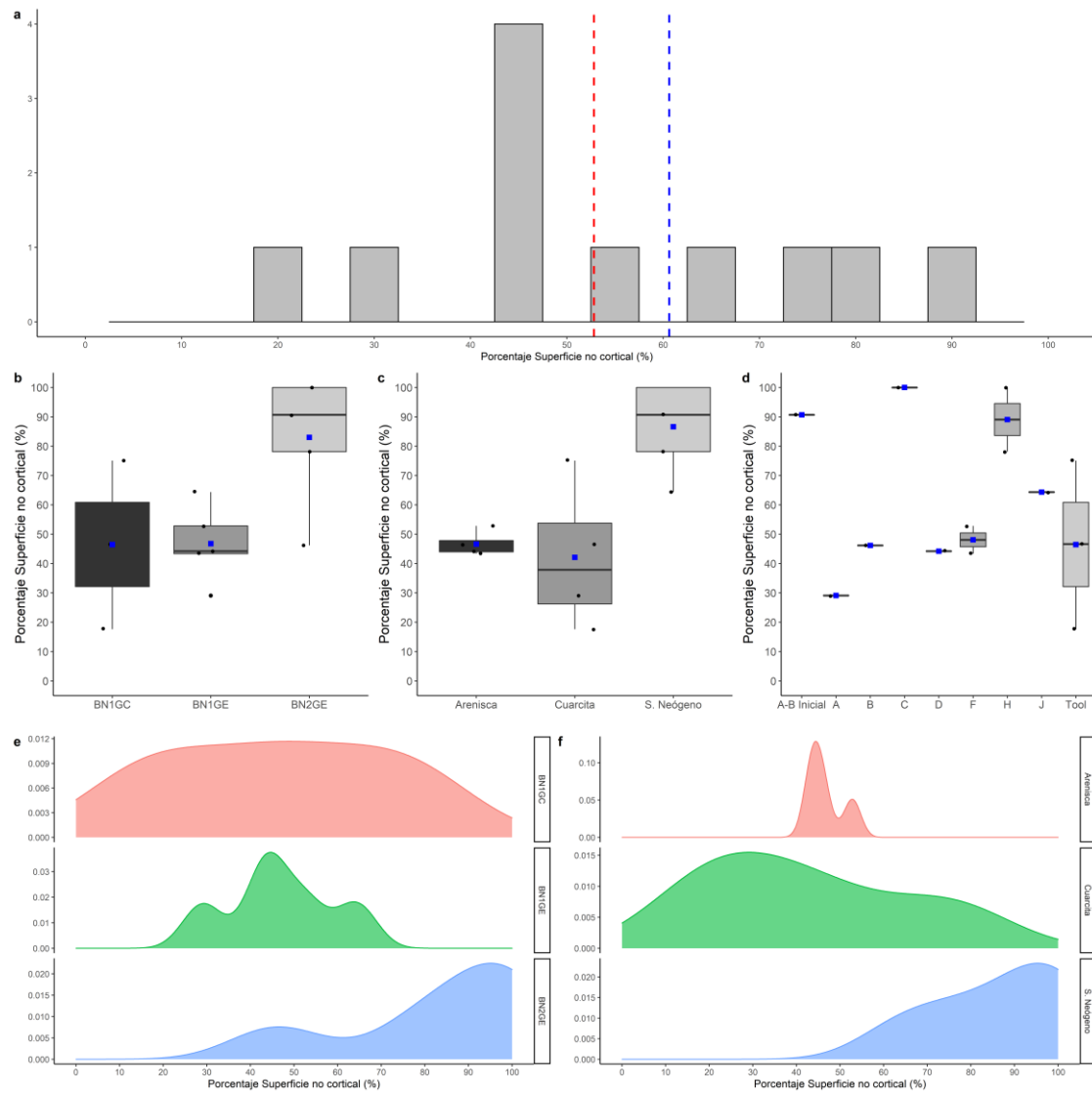


Figura 4.40. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto TD10.4. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, y f) por materia prima.

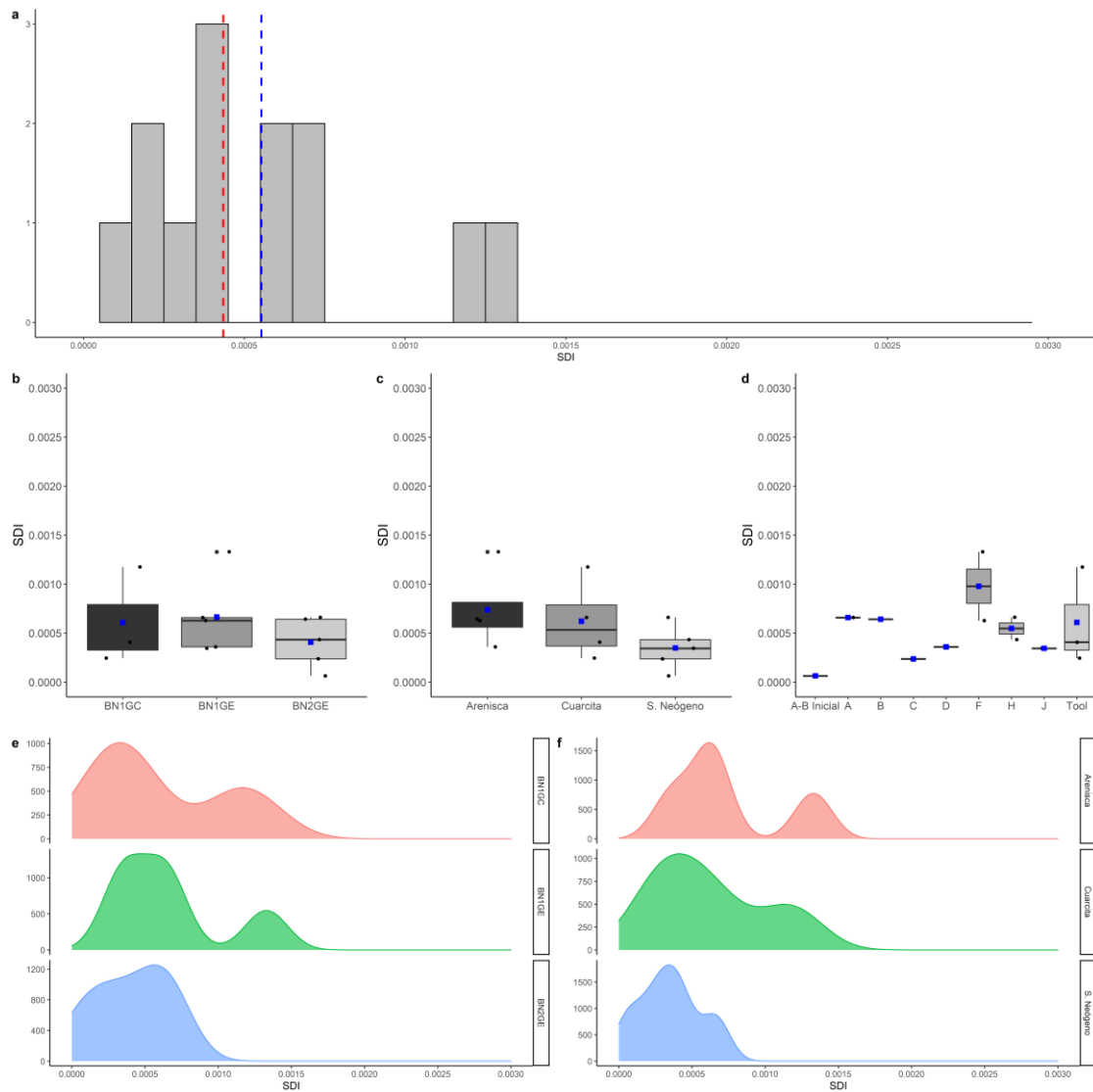


Figura 4.41. Scar Density Index (SDI) del conjunto TD10.4. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y, f) por materia prima.

Esta gestión diferencial en la explotación en función de la materia prima se ve reflejada en el SPI, en donde se produce una distribución bimodal, con valores próximos a 1 - correspondientes a la mayoría de núcleos realizados en materiales fluviales- y con valores próximos a 0.40, que se corresponden principalmente con los núcleos de sílex neógeno (Figura 4.42; Tabla S 8.84-Tabla S 8.86).

Por otro lado, se puede observar una cierta similitud respecto al volumen original estimado entre los cantos de cuarcita y arenisca empleados para la explotación, que contrasta con la variabilidad de los cantos escogidos para su configuración (Tabla S 8.87; Tabla S 8.89; Figura 4.43). Esta tendencia es similar para el porcentaje de volumen extraído, donde los núcleos

muestran un relativo bajo grado de reducción (en torno al 40-50%), que contrasta con los valores más extremos en el caso de los configurados: el bifaz muy reducido (70%) y un canto tallado muy poco reducido (20%) (Tabla S 8.90-Tabla S 8.92;Figura 4.44).

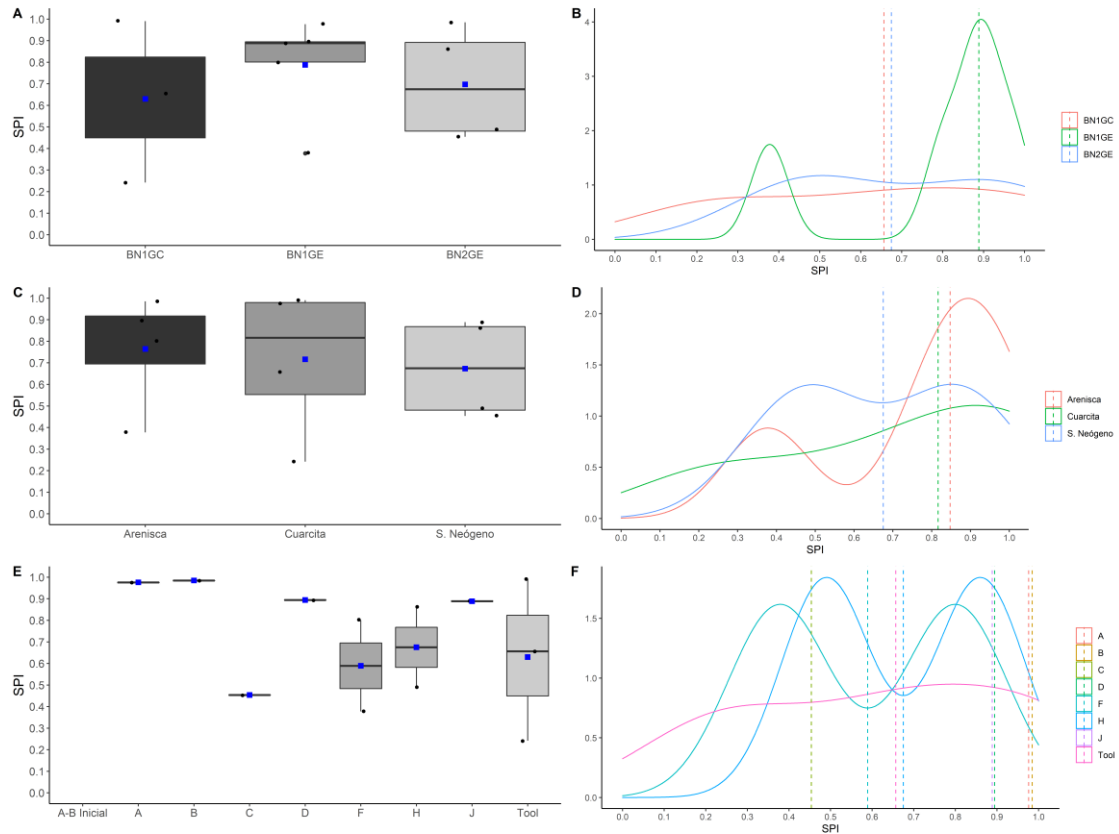


Figura 4.42. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto TD10.4. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.

A pesar de no poder aplicar el VRM al sílex neógeno, observamos cómo en los materiales fluviales los resultados obtenidos a través del VRM siguen una distribución muy similar a los obtenidos a través del SDI, tanto en función de las categorías estructurales, como de las materias primas. No obstante, la correlación entre ambas variables no es significativa ($r = 0.70$; $r^2 = 0.49$; $p = 0.07$). Sí lo es y muy fuerte, la correlación entre los porcentajes de superficie no cortical y de volumen extraído ($r = 0.87$; $r^2 = 0.76$; $p = 0.01$), lo que indica que dentro de los materiales fluviales hay una tendencia al decortinado a medida que avanza la reducción. No obstante, la correlación obtenida cuando incorporamos los objetos sobre sílex neógeno a través del SDI y el porcentaje de superficie no cortical, es muy débil y no significativa en términos estadísticos ($r = -0.19$; $r^2 = 0.03$; $p = 0.5$). Esto indica que el porcentaje de superficie no cortical

pierde valor como proxy de reducción cuando se emplean mayoritariamente lascas como soporte.

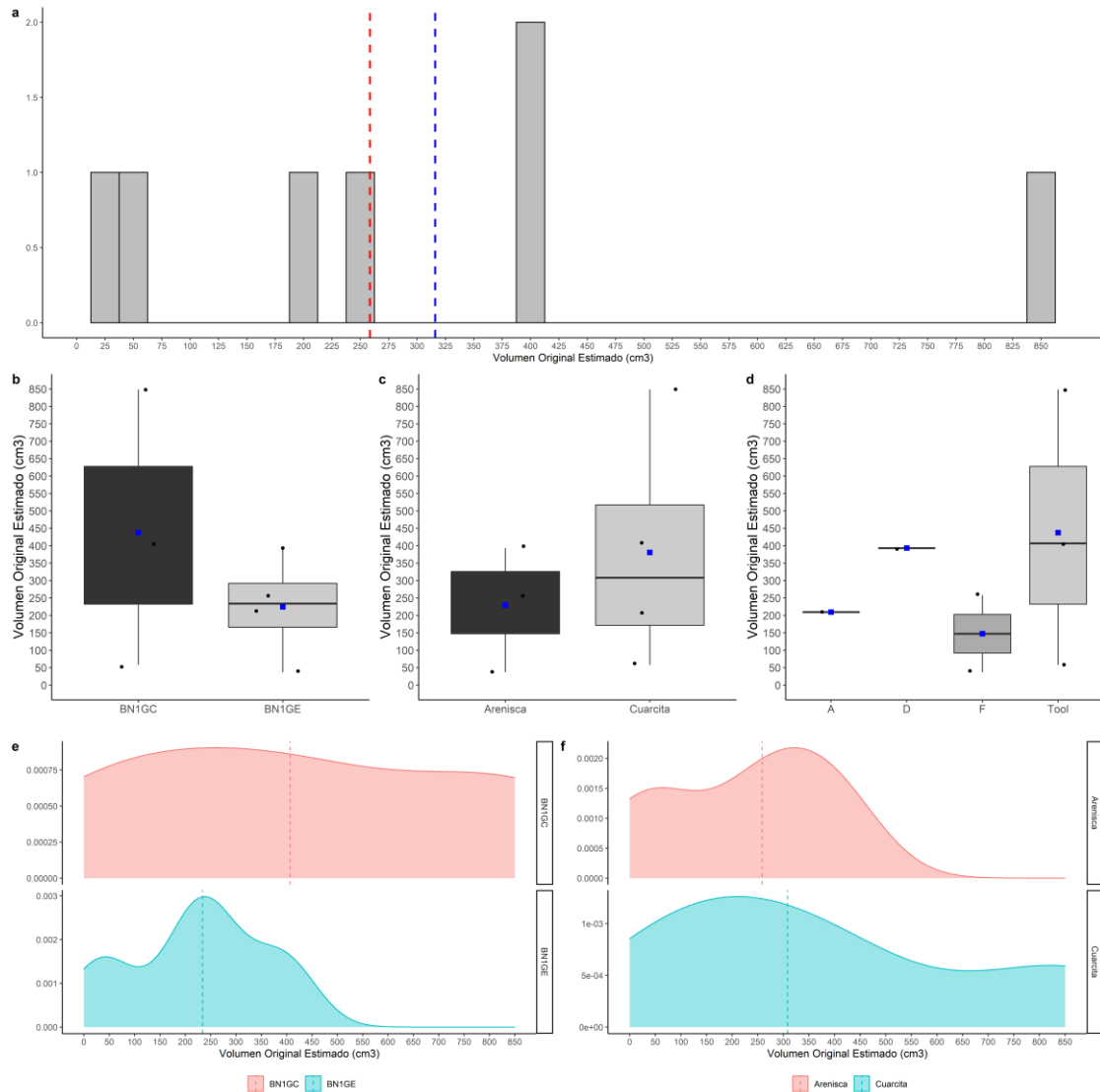


Figura 4.43. Volumen original estimado (cm³) del conjunto TD10.4. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

Por otro lado, al cruzar los datos obtenidos entre volumen estimado y porcentaje de volumen extraído, nos encontramos una correlación positiva alta ($r = 0.76$; $r^2 = 0.58$; $p = 0.04$), lo que indica que hay una tendencia a que los soportes de mayor tamaño estén proporcionalmente más reducidos que los soportes de menores dimensiones. No obstante, esta tendencia general está enmascarando dos tendencias distintas en función de la categoría estructural: mientras que para las BN1GC sí hay una tendencia a que los soportes de mayor tamaño estén más reducidos ($r = 0.98$; $r^2 = 0.96$; $p = 0.11$), para los núcleos sobre canto la tendencia es inversa: los formatos

más pequeños están más reducidos que los de mayor tamaño, siempre en una horquilla entre el 40%-50% de reducción ($r = -0.88$; $r^2 = 0.78$; $p = 0.11$). Esta tendencia se repite si comparamos el volumen estimado original con el SDI, tanto con los núcleos ($r = -0.97$; $r^2 = 0.94$; $p = 0.02$), como con los configurados sobre canto ($r = 0.95$; $r^2 = 0.91$; $p = 0.18$). Sin embargo, es preciso ser cautos con esta tendencia, dado el bajo número de la muestra y el escaso peso significativo en términos estadísticos de los resultados obtenidos. Por último, no hay una correlación entre el grado de reducción y el volumen remanente de los núcleos, por lo que los más agotados volumétricamente no se corresponden con aquellos más reducidos ($r = 0.58$; $r^2 = 0.34$; $p = 0.16$). Esto es extensible también al sílex neógeno, ya que el SDI tampoco presenta una correlación con respecto al volumen remanente de los núcleos ($r = -0.03$; $r^2 = 0.00$; $p = 0.91$) (Figura 4.45).

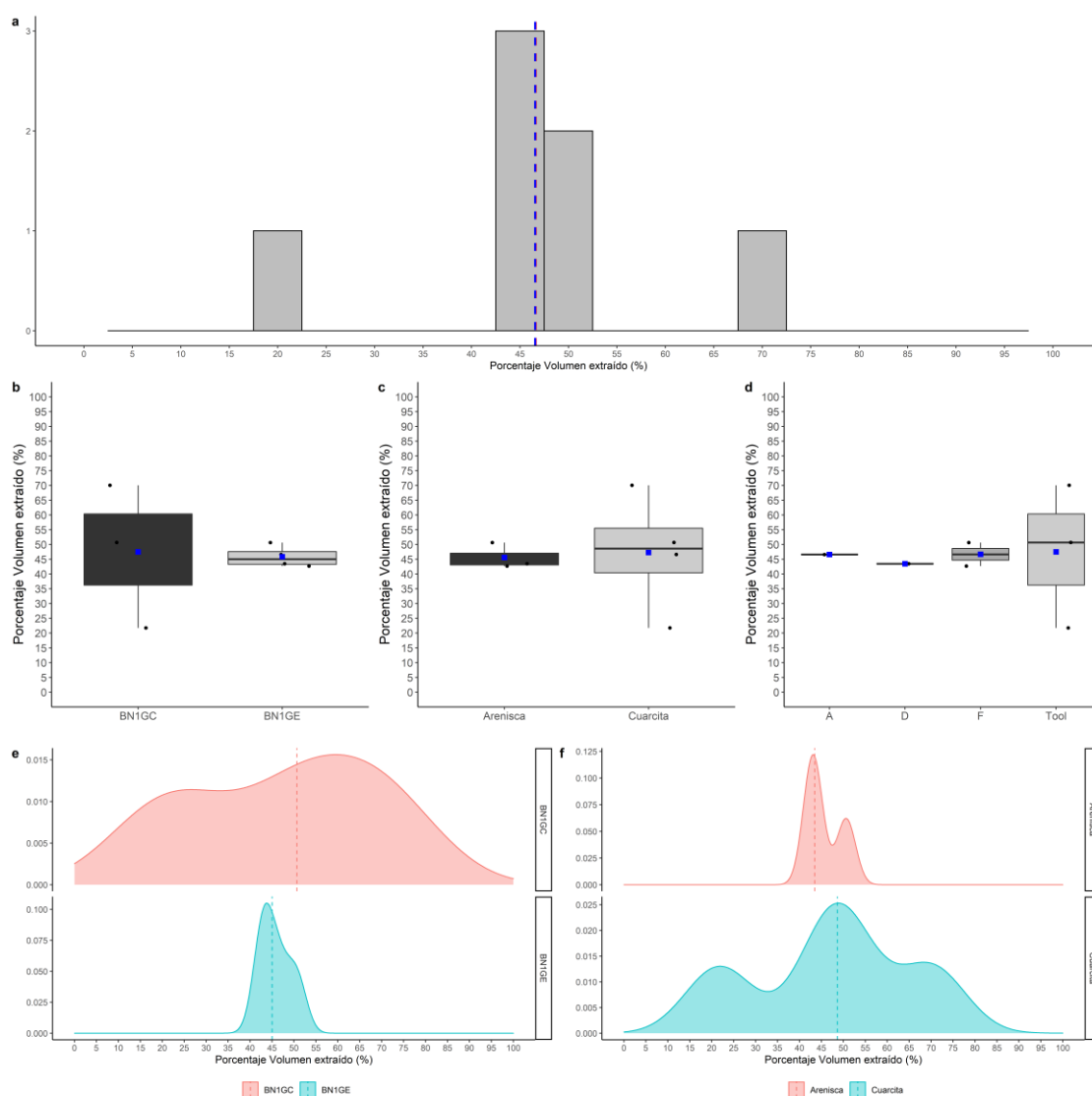


Figura 4.44. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto TD10.4. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y, f) por materia prima.

Una vez comprobado que el grado de reducción es independiente del grado de agotamiento en núcleos y configurados, y que, con respecto del tamaño de partida, hay una tendencia diferente en función de la categoría estructural, evaluamos cómo las estrategias de talla también muestran una independencia con respecto al tamaño de partida ($r = -0.70$; $r^2 = 0.50$; $p = 0.09$), especialmente si excluimos a los configurados de la ecuación ($r = -0.009$; $r^2 = 0.00$; $p = 0.99$). En cambio, contabilizando únicamente los configurados sobre canto observamos que hay una correlación negativa muy fuerte entre volumen estimado y SPI ($r = -0.99$; $r^2 = 0.99$; $p = 0.003$), precisamente por las diferencias de los tamaños de los soportes originales.

De forma similar, la orientación de los levantamientos parece no verse afectada por el volumen remanente de los soportes ($r = -0.43$; $r^2 = 0.50$; $p = 0.15$), por lo que el grado de agotamiento volumétrico de los núcleos no parece estar afectado por el tipo de estrategia de talla aplicada.

En este sentido, tampoco se producen cambios en la orientación de los levantamientos a medida que avanza la reducción, ya que esta correlación no es significativa ($r = -0.67$; $r^2 = 0.50$; $p = 0.09$). Nuevamente encontramos una tendencia diferenciada entre los instrumentos sobre canto ($r = -0.98$; $r^2 = 0.96$; $p = 0.11$) y núcleos ($r = 0.43$; $r^2 = 0.18$; $p = 0.56$), aunque en ningún caso esta correlación es significativa. De igual modo, la correlación entre SDI y SPI es baja y no significativa ($r = -0.30$; $r^2 = 0.09$; $p = 0.33$), lo que confirma la independencia de la organización de los levantamientos respecto a la intensidad de reducción.

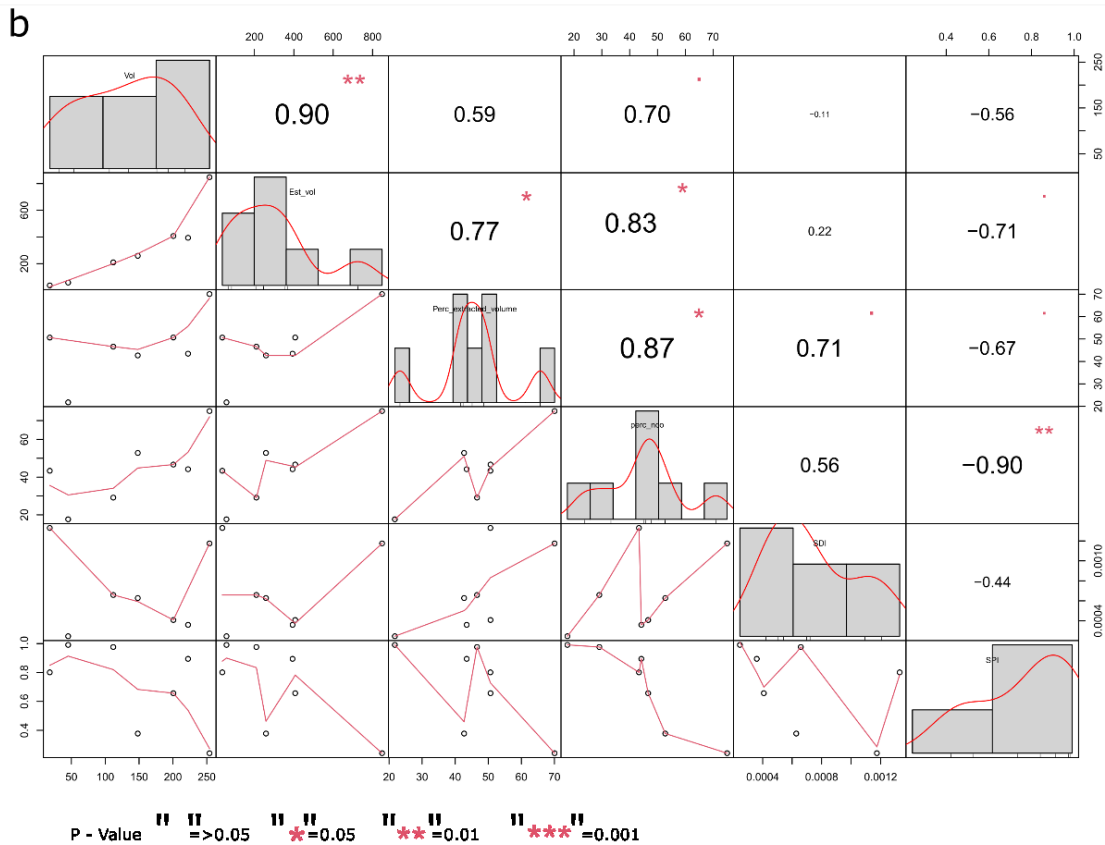
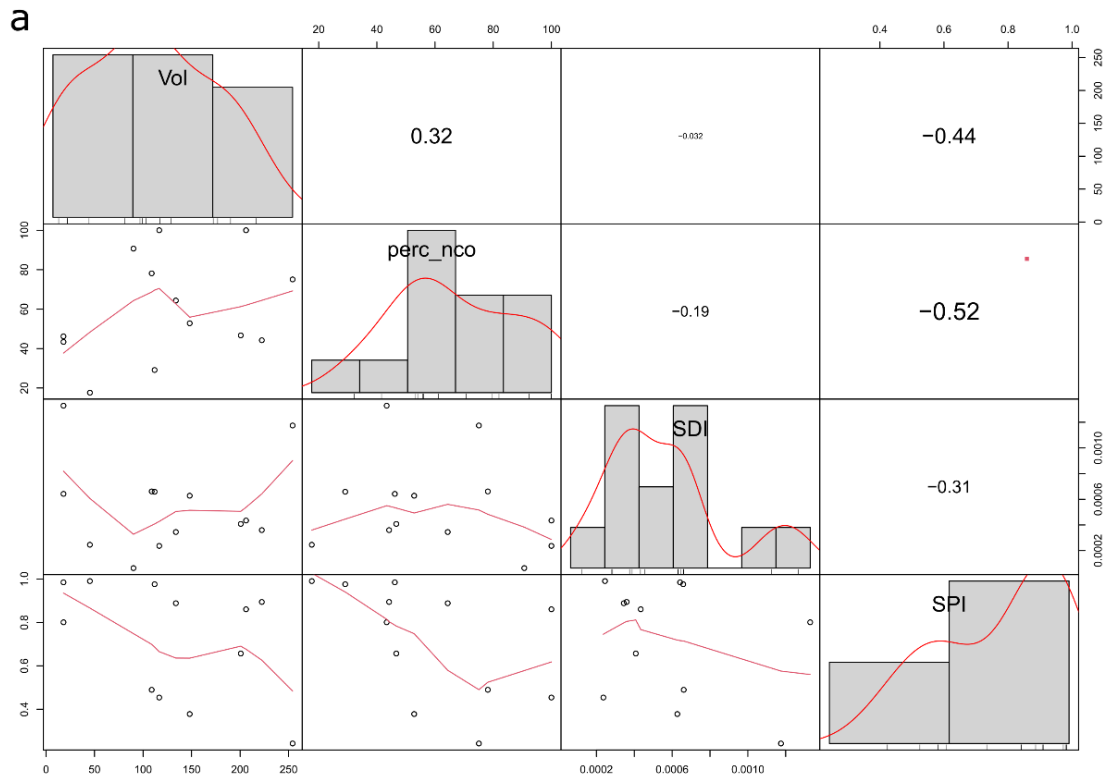


Figura 4.45. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto TD10.4. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.

4.2.3.2 Gran Dolina TD10.3

En el nivel TD10.3 de la Gran Dolina se han recuperado un total de 25 núcleos, que supone el 2% del total del conjunto (Tabla 4.18). De ellos, 14 corresponden a núcleos realizados sobre canto o nódulo (BN1GE), 8 a núcleos realizados sobre lasca (BN2GE) y 4 a fragmentos de núcleo.

CAT	BN	BNA	BNB	BNC	BND	BP	BPF	FBP	BN1G	BN1GC	BN1GE	BN2G	BN2GC	BN2GE	FBNC	FBNE	CANTO NATURAL	FRAG	INDET	TOTAL
N	32	12	19	32	14	442	106	233	1	7	18	8	101	7	3	3	26	48	149	1261
%	2.54	0.95	1.51	2.54	1.11	35.05	8.41	18.48	0.08	0.56	1.43	0.63	8.01	0.56	0.24	0.24	2.06	3.81	11.82	100

Tabla 4.18. Frecuencia de categorías estructurales en el nivel TD10.3.

Si atendemos a la distribución por materias primas, predominan los núcleos realizados en sílex neógeno (41.3%), seguidos por los de cuarcita (30.7%) y sílex cretácico (19.23%). El cuarzo, en cambio, tiene un papel muy secundario en las dinámicas de explotación, representando un porcentaje inferior al 8% del total de núcleos (Tabla 4.19).

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO	TOTAL
BN1GE	-	6 (75%)	1 (50%)	3 (60%)	4 (36.36%)	14 (56%)
BN2GE	-	1 (12.5%)	1 (50%)	1 (20%)	5 (45.45%)	8 (28%)
FBNE	-	1 (12.5%)	-	1 (20%)	2 (18.18%)	4 (16%)
TOTAL	-	8 (30.77%)	2 (7.69%)	5 (19.23%)	11 (41.31%)	26 (100%)

Tabla 4.19. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima.

Se han recuperado 7 BN1GC, de las que el 57.1% están realizadas en cuarcita, seguidas por las de arenisca, sílex neógeno y sílex cretácico, suponiendo cada una de estas materias primas un 14.3% del total, aunque en el caso del sílex cretácico se trata de un fragmento (Tabla 4.20).

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO	TOTAL
BN1GC	1 (100%)	4 (100%)	-	-	1 (100%)	6 (85.71%)
FBN1G	-	-	-	1 (100%)	-	1 (14.28%)
TOTAL	1 (14.28%)	4 (57.14%)	-	1 (14.28%)	1 (14.28%)	7 (100%)

Tabla 4.20. Frecuencia de BN1GC por materia prima.

Existen diferencias muy marcadas en lo que respecta al volumen remanente de los núcleos en función del tipo de soporte (Figura 4.46b, e; Tabla S 8.94). Las BN1GE presentan volúmenes remanentes significativamente mayores con respecto a los núcleos sobre lasca ($M-W = 0.04$; $K-S = 0.01$). Estas diferencias en el volumen remanente se explican por el menor espesor de las lascas empleadas como soporte, en comparación con los nódulos o los cantos (Figura 4.47), ya que mientras en la longitud y la anchura no existen diferencias estadísticamente

significativas entre las dos categorías ($M-W > 0.05$, $K-S > 0.05$; ver Tabla S 8.97-Tabla S 8.105), si las encontramos en el espesor ($M-W = 0.01$).

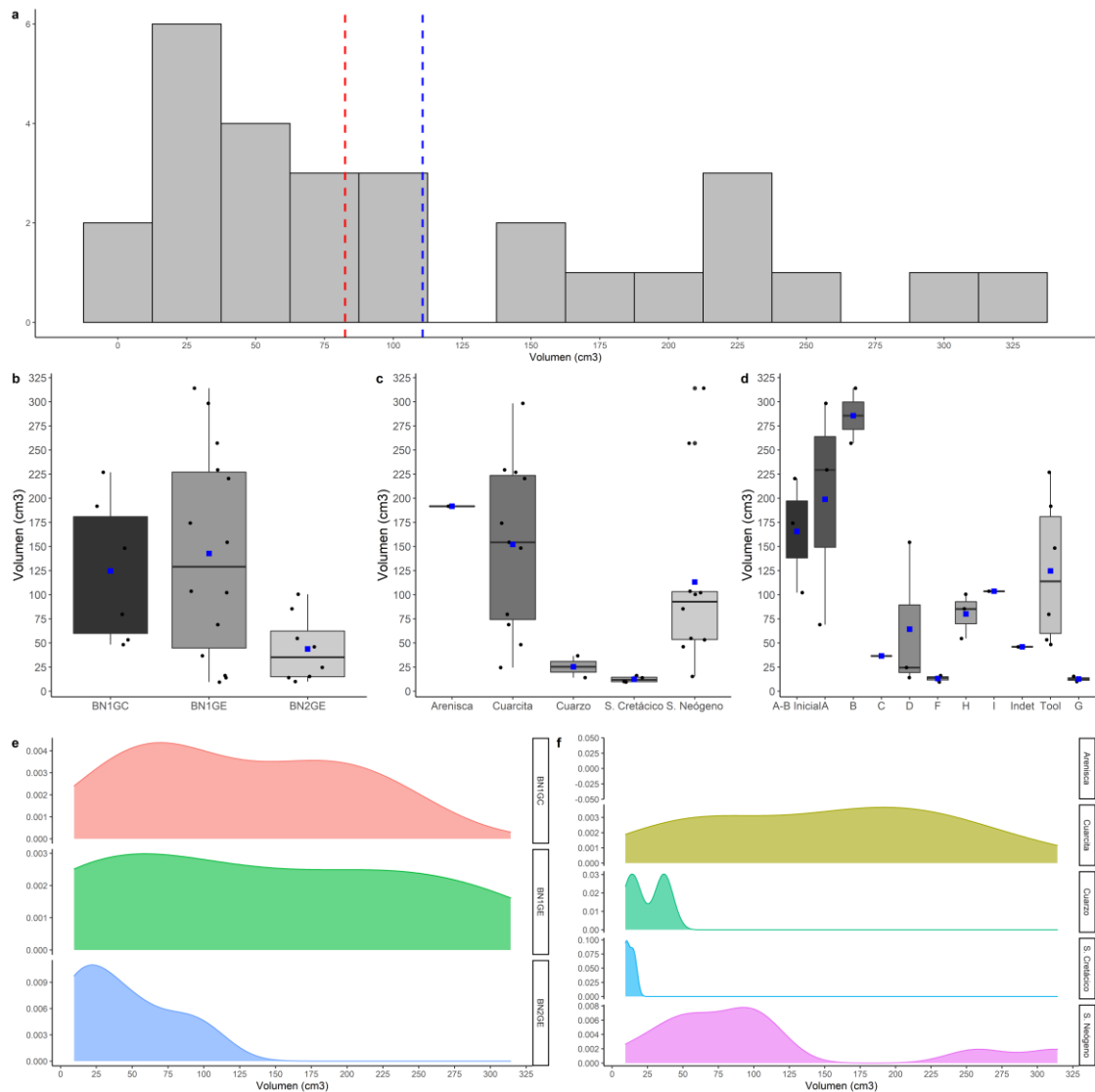


Figura 4.46. Volumen remanente (cm^3) del conjunto TD10.3. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y, f) por materia prima.

Por otro lado, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los volúmenes remanentes de las BN1GE y BN1GC, aunque sí se han documentado diferencias en las dimensiones entre ambas categorías. Tal y como sucede en TD10.4, las BN1GC generalmente presentan una longitud y anchura mayores, así como un menor espesor. No obstante, estas diferencias son estadísticamente significativas únicamente en la distribución de los espesores entre ambas categorías ($K-S = 0.03$).

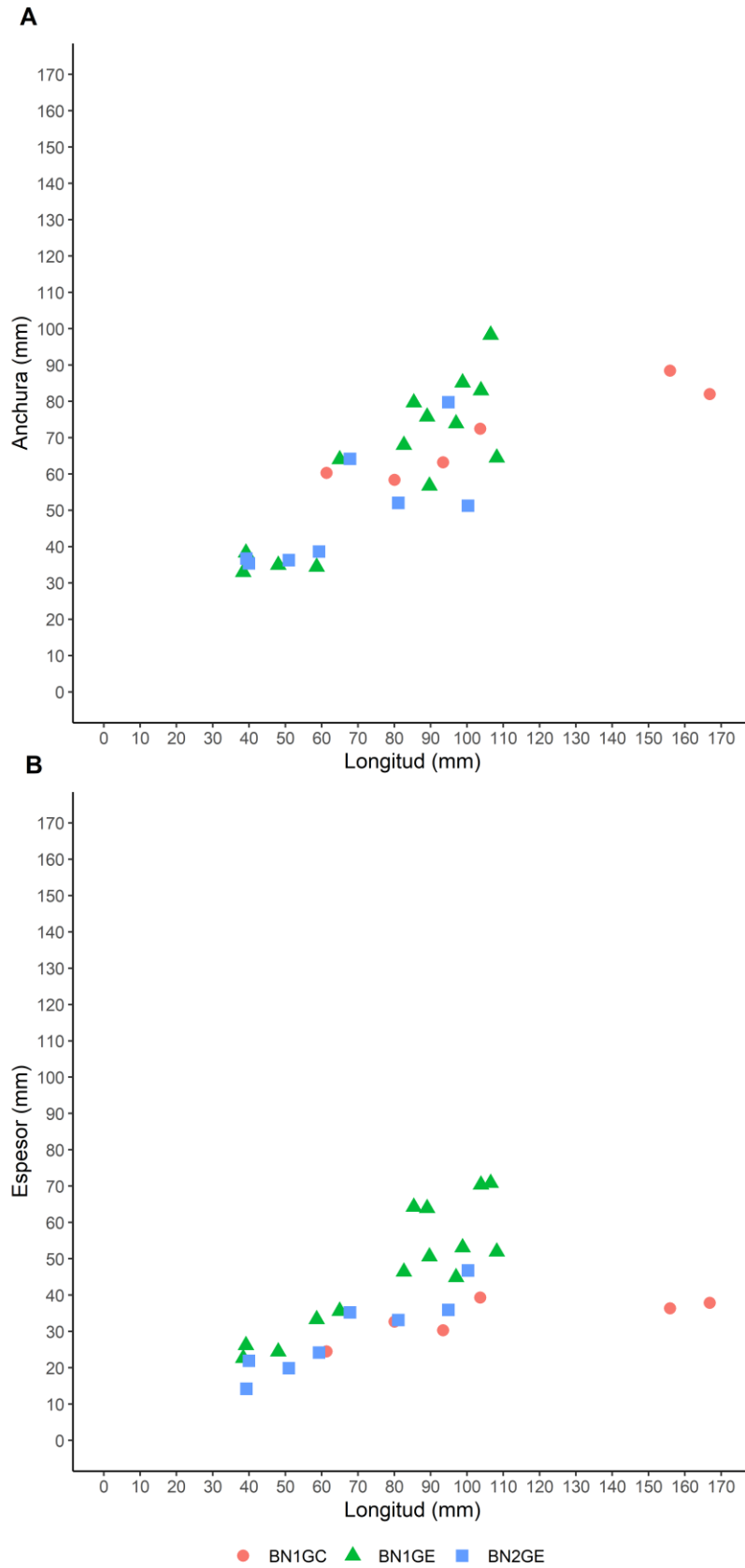


Figura 4.47. Subunidad TD10.3. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.

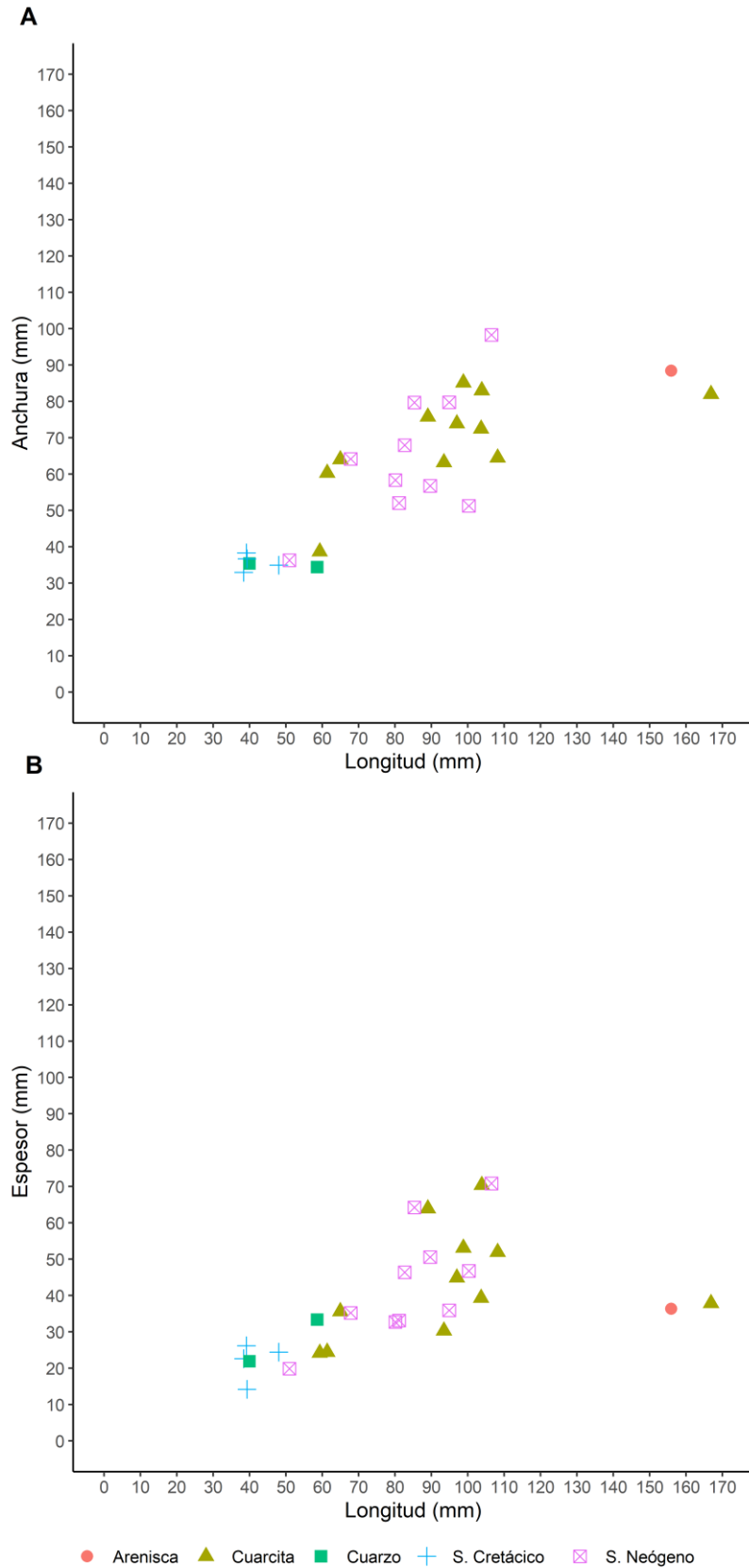


Figura 4.48. Subunidad TD10.3. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.

Comparando los volúmenes remanentes en función de la materia prima, observamos cómo la arenisca, cuarcita y sílex neógeno presentan volúmenes remanentes mayores, que contrasta con los volúmenes más reducidos del cuarzo y del sílex cretácico (Figura 4.46c, f). Los resultados del test Kruskal-Wallis señalan la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($K-W = 0.008$). Un análisis posterior indica que estas diferencias están entre el sílex cretácico y el sílex neógeno y cuarcita (ver Tabla S 8.107-Tabla S 8.108). No obstante, estas diferencias no se deben a una mayor proporción de núcleos sobre lasca en cuarzo y sílex cretácico, ya que la mayoría de los núcleos sobre lasca están hechos sobre sílex neógeno. De hecho, las diferencias entre estos dos grupos son manifiestas tanto en la longitud, como en la anchura y el espesor (Figura 4.48, Tabla S 8.109-Tabla S 8.117), lo que puede indicar el uso de soportes de pequeño formato en cuarzo y sílex cretácico.

A nivel general, existe un cierto equilibrio entre los núcleos unifaciales y bifaciales, mientras que los trifaciales suponen un porcentaje minoritario dentro del conjunto. No obstante, al separar los resultados por categoría estructural se puede observar que en las BN1GE predominan las estrategias unifaciales, suponiendo más de un 64% de los núcleos sobre canto, mientras que en el caso de los núcleos sobre lasca predominan las estrategias bifaciales (62.5%) (Tabla 4.21).

	UNIFACIAL	BIFACIAL	TRIFACIAL	TOTAL
BN1GE	9 (64.28%)	4 (28.58%)	1 (7.14%)	14 (63.63%)
BN2GE	2 (25%)	5 (62.5%)	1 (12.5%)	8 (36.36%)
TOTAL	11 (50%)	9 (40.9%)	2 (9.1%)	22 (100%)

Tabla 4.21. Subunidad TD10.3. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.

En lo referente al número de plataformas, predomina el uso de tres o más plataformas distintas, mientras que el uso de una o dos plataformas es menos frecuente. Nuevamente, existen diferencias en función del tipo de soporte empleado. En los núcleos sobre canto o nódulo hay un mayor equilibrio entre unipolares, bipolares y multipolares, aunque predominan los primeros, mientras que todos los núcleos sobre lasca presentan múltiples plataformas (Tabla 4.22).

	UNIPOLAR	BIPOLAR	MULTIPOLAR	TOTAL
BN1GE	7 (50%)	3 (21.42%)	4 (28.58%)	14 (63.63%)
BN2GE	-	-	8 (100%)	8 (36.36%)
TOTAL	7 (31.81%)	3 (13.63%)	12 (54.54%)	22 (100%)

Tabla 4.22. Subunidad TD10.3. Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.

Cruzando los resultados del número de superficies, número de plataformas y orientación de los negativos, se puede observar una mayor abundancia de núcleos reducidos mediante estrategias unipolares unifaciales longitudinales, que suponen alrededor de un 30% del

conjunto de núcleos; les siguen las estrategias bipolares/multipolares ortogonales, con un 27%, y los multipolares centrípetos (22.7%), ya sean unificiales o bifaciales. Por último, las estrategias bipolares opuestas tienen baja representación, con un 9.1%, el mismo porcentaje que representan aquellos núcleos que no tienen un patrón de levantamientos claro (Tabla 4.23).

	CENTRÍPETO	LONGITUDINAL	OPUESTO	ORTOGONAL	OTROS	TOTAL
UNIFACIAL	3 (27.27%)	7 (63.63%)	1 (9.09%)	-	-	11 (50%)
BIFACIAL	2 (22.22%)	-	1 (11.11%)	4 (44.44%)	2 (22.22%)	9 (40.9%)
TRIFACIAL	-	-	-	2 (100%)	-	2 (9.1%)
TOTAL	5 (22.72%)	7 (31.81%)	2 (9.09%)	6 (27.27%)	2 (9.09%)	22 (100%)

Tabla 4.23. Subunidad TD10.3. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.

Con respecto a las VSE, igual que en la unidad TD10.4, este conjunto se caracteriza por una gran variabilidad de estructuras con respecto al número de núcleos recuperados (Tabla 4.24). A pesar de ello, existen unas tendencias generales en función de la materia prima y del tipo de soporte.

	A-B INICIAL	A	B	C	D	F	G	H	I	VSE INDET	BN1GC	TOTAL
ARENISCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (100%)	1 (3.57%)
CUARCITA	2 (18.18%)	3 (27.27%)	-	-	2 (18.18%)	-	-	-	-	-	4 (36.36%)	11 (39.28%)
CUARZO	-	-	-	1 (50%)	1 (50%)	-	-	-	-	-	-	2 (7.14%)
S. CRETÁCICO	-	-	-	-	-	3 (75%)	1 (25%)	-	-	-	-	4 (14.28%)
S. NEÓGENO	1 (10%)	-	2 (20%)	-	-	-	1 (10%)	3 (30%)	1 (10%)	1 (10%)	1 (10%)	10 (35.71%)
TOTAL	3 (10.71%)	3 (10.71%)	2 (7.14%)	1 (3.57%)	3 (10.71%)	3 (10.71%)	2 (7.14%)	3 (10.71%)	1 (3.57%)	1 (3.57%)	6 (21.42%)	28 (100%)

Tabla 4.24. Subunidad TD10.3. Frecuencia de las VSE en función de la materia prima

Los cantos de cuarcita se explotan generalmente siguiendo estrategias unipolares unificiales longitudinales sobre cara estrecha (VSE A), aunque en dos casos esta explotación es muy incipiente (A-B inicial). Estos núcleos se caracterizan por presentar un único frente de explotación, con escaso desarrollo perimetral (oscilando entre NC y 2C) y una única plataforma de percusión completamente cortical. Además, los ángulos entre superficies tienden a ser abruptos o semiabruptos (Figura 4.49a-b, d-f).

Por otro lado, la VSE D está presente en dos núcleos de esta materia prima, uno sobre lasca y otro sobre canto. En el primer caso, se utiliza la cara ventral como plataforma de percusión para explotar todo el perímetro del núcleo (Figura 4.49c), mientras que en el segundo únicamente se explota la mitad del perímetro.

Esta estructura también está presente en el cuarzo, esta vez empleando una cara dorsal cortical plana como plataforma de percusión para la explotación de la cara ventral. El otro efectivo

recuperado de esta materia prima es un canto explotado de forma unifacial bipolar opuesta (VSE C).

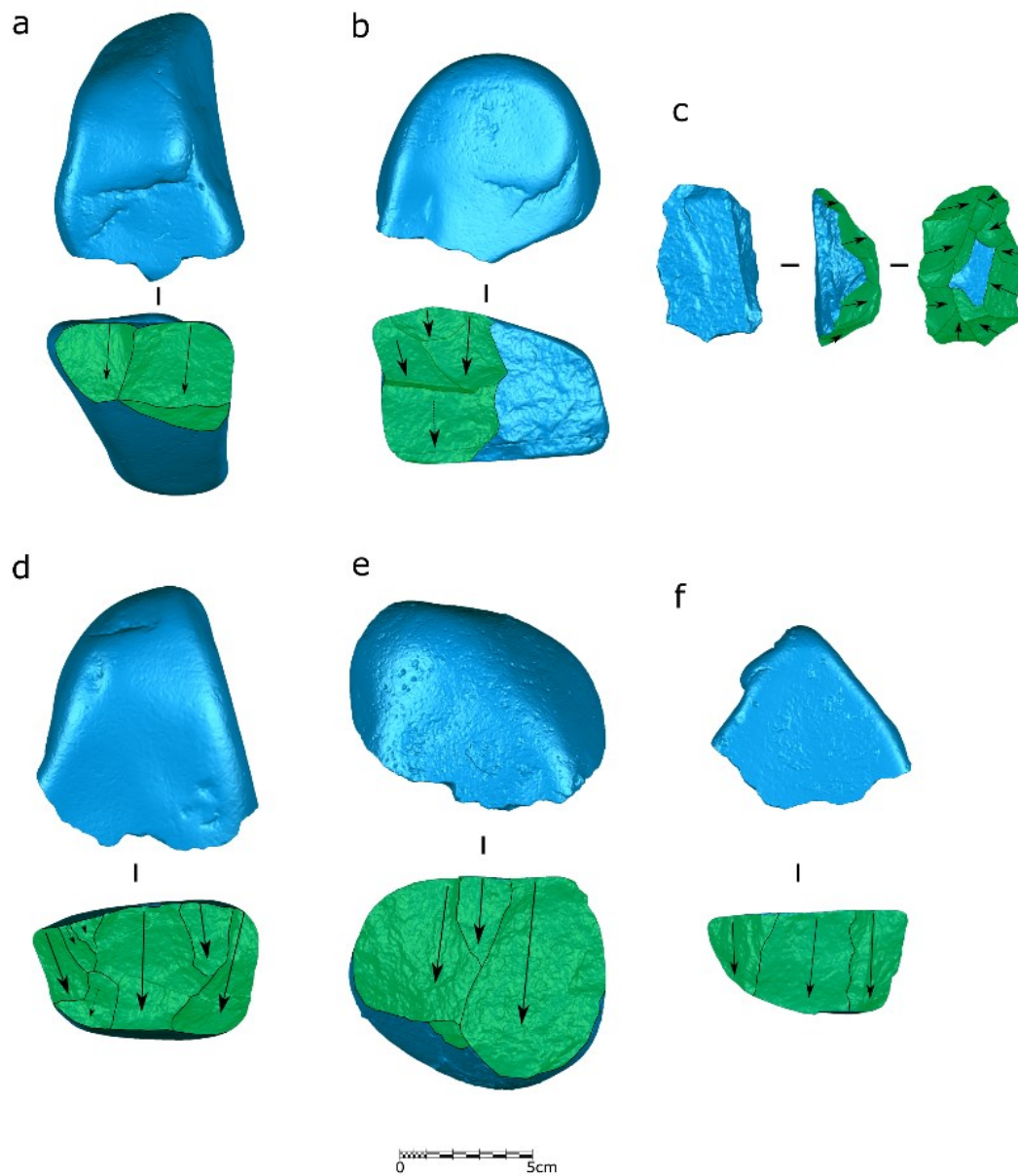


Figura 4.49. Núcleos de cuarcita recuperados en TD10.3 a) ATA15 J16 259; b) ATA17 M20 1 (con remontaje ATA17 M20 2); c) ATA17 L15 99 d) ATA17 H12 1; e) ATA17 J19 16; f) ATA17 L22 1.

Se han recuperado tres núcleos identificables realizados en sílex cretácico, que corresponden a la VSE F. Se trata de explotaciones de dos superficies contiguas en las que se gestiona cada cara de forma unipolar longitudinal, aunque en algún caso también se ha documentado series bipolares ortogonales. En estos casos, las dos caras actúan como plataforma de percusión y como superficie de explotación alternativamente, presentando ángulos próximos a 90° entre ambas superficies (Figura 4.50d, e).

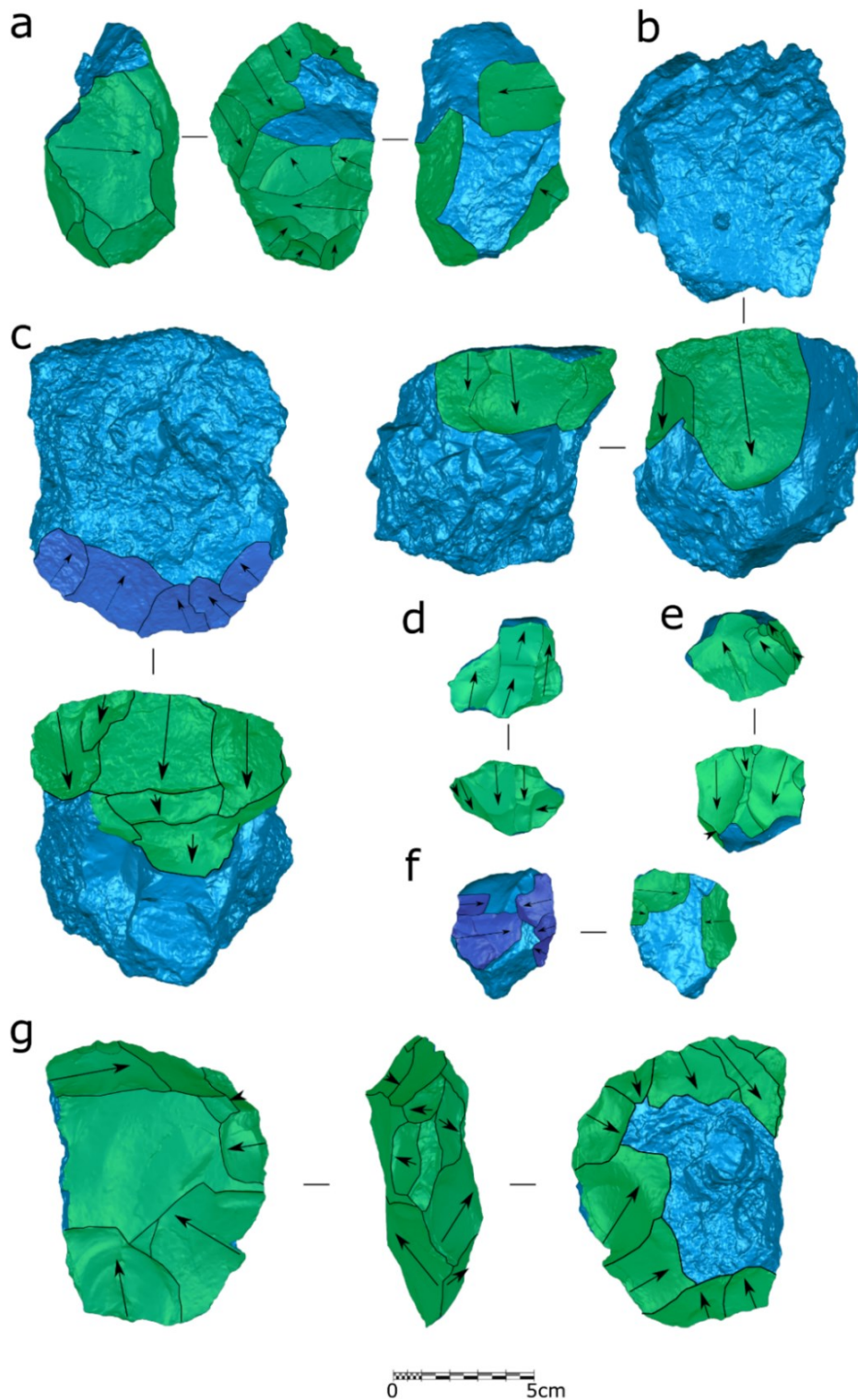


Figura 4.50. Núcleos de sílex neógeno (a,b,c,f) y sílex cretácico (d,e,g) recuperados en TD10.3. a) ATA16 H19 157 b) ATA16 L12 12 c) ATA16 M19 523 d) ATA14 K15 24 e) ATA19 N16 2; f) ATA17 H20 42 g) ATA16 N19 186.

El sílex neógeno presenta una variedad de estructuras volumétricas que están definidas por el tipo de soporte sobre el que se aplican. De este modo, en los nódulos o grandes fragmentos, o

bien se aplican estrategias unipolares longitudinales sobre una de las caras anchas del soporte (VSE B) (Figura 4.50c), o bien se siguen estrategias multipolares ortogonales (VSE I) (Figura 4.50b), aunque también se ha documentado un núcleo en estadio inicial que podría relacionarse con un testeo de la materia prima.

Las lascas de sílex neógeno se gestionan de forma diferente. La propia morfología de la lasca, con dos superficies opuestas separadas por un plano de intersección, conducen a la explotación bifacial. En un caso se han documentado dos series bipolares opuestas, en las cuales la cara dorsal actúa como plataforma de percusión, siendo la cara ventral la superficie de explotación (Figura 4.50f). En otros dos núcleos, la explotación es bifacial centrípeta, dándose un caso con una serie de extracciones alternantes, cuyas superficies son simétricas entre sí y actúan tanto como plataforma de percusión como superficie de explotación a lo largo de la secuencia de reducción (Figura 4.50g). Un único núcleo exhibe jerarquización entre las superficies, siendo la cara convexa la superficie de explotación preferencial y la plana, la orientada a la preparación de la plataforma. Por último, se ha documentado un núcleo trifacial con una cara que presenta extracciones dispuestas de forma centrípeta y en las otras dos caras, dos series longitudinales.

Con respecto a las BN1GC, el 50% de los elementos recuperados son unifaciales y el otro 50%, bifaciales. Los unifaciales presentan una configuración que afecta a la mitad del perímetro (2C), aunque reflejan cierta variabilidad morfológica entre sí. Uno de ellos parece tratarse de una fase inicial (*rough-out*) de configuración de bifaz, en el que se configura el filo bilateralmente produciéndose una fractura oblicua parcial en uno de sus laterales (Figura 4.51c). Los otros dos casos corresponden a cantos tallados (Figura 4.51d).

Con respecto a los bifaciales, en un caso se ha documentado una diferenciación en la configuración de las caras, presentando una cara con configuración que afecta a menos de la mitad del perímetro (1C) y la otra, configurada en el perímetro a excepción de la zona proximal (3C). Esto produce una asimetría en la forma del filo, ya que en un lateral éste es unifacial mientras que el otro es bifacial (Figura 4.51a). La BN1GC realizada sobre sílex neógeno se corresponde con una raedera. El último efectivo bifacial se corresponde con un canto tallado, en el cual se configura un filo de forma unifacial en la zona distal y una única extracción en la zona proximal de la otra cara (Figura 4.51b).

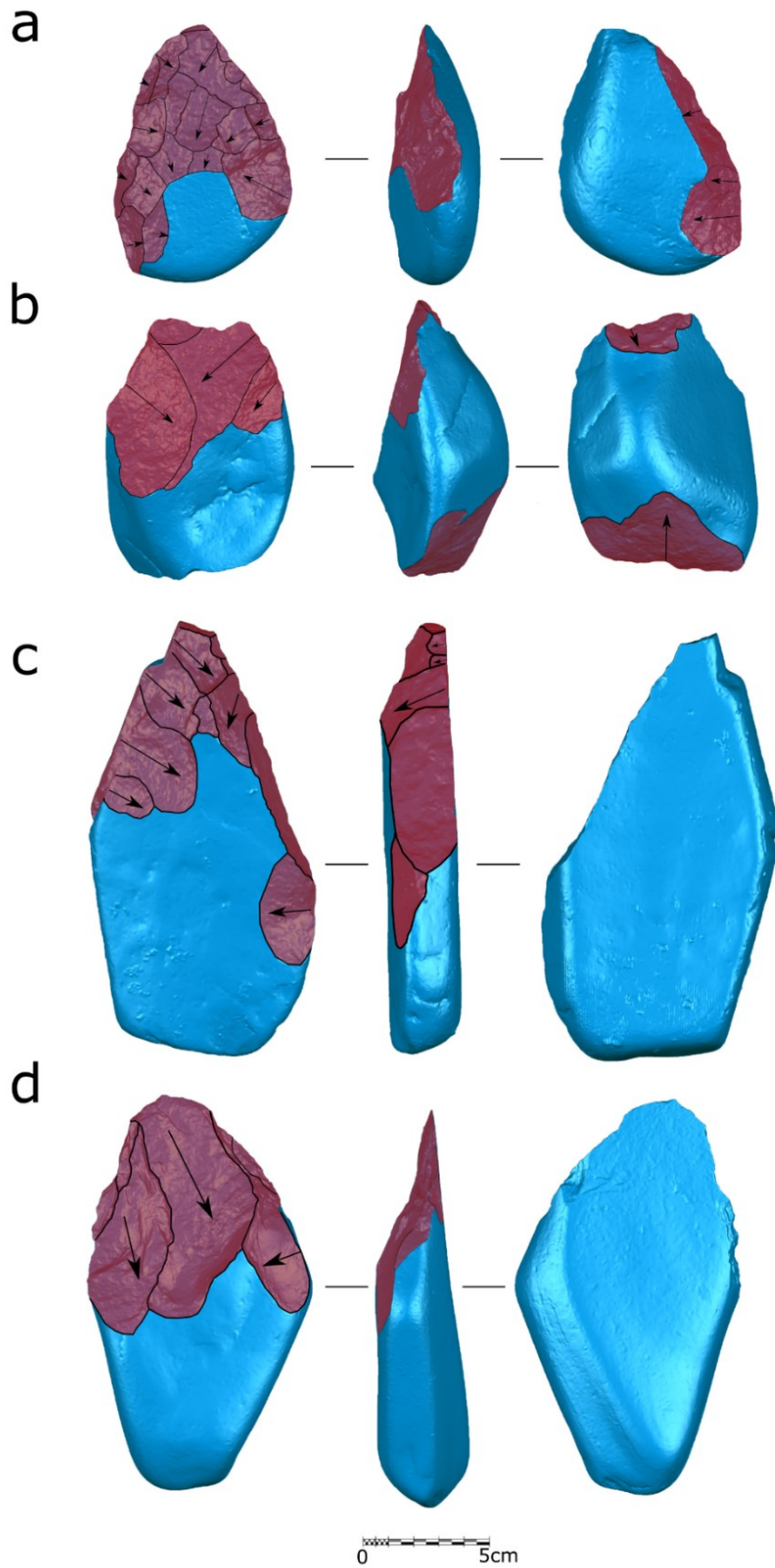


Figura 4.51. BNIGC recuperadas en TD10.3. a) ATA17 L19 140 (cuarcita); b) ATA17 L17 213 (cuarcita); c) ATA93 I16 229 (cuarcita); d) ATA18 M11 1 (arenisca).

El porcentaje de superficie no cortical refleja estas diferencias en la gestión de las materias primas, ya que todos los núcleos y configurados sobre canto realizados en materiales fluviales presentan como máximo un 50% de superficie no cortical, lo que denota la escasa modificación que han sufrido los soportes de partida, siendo esta media superior en el caso del sílex cretácico (72%) y sílex neógeno (75%) (Figura 4.52). Estas diferencias se mantienen al comparar las distintas categorías estructurales, ya que tanto los configurados como los núcleos sobre canto/nódulo presentan de media un porcentaje entorno al 35-50% -aunque con una amplia variabilidad en la distribución de los valores-, mientras que este porcentaje supera el 80% en los núcleos sobre lasca (Tabla S 8.118-Tabla S 8.120).

Las causas de estas diferencias se deben tanto al tipo de soporte, como al tipo de materia prima y a las estrategias aplicadas, ya que las VSE que se corresponden con estrategias bifaciales presentan un porcentaje de superficie no cortical mayor que las VSE que reproducen estrategias unifaciales.

Los núcleos sobre lasca muestran los valores más altos en lo que respecta al SDI, lo que indicaría un mayor grado de reducción en esta categoría, que contrasta con los valores centrales inferiores de los núcleos sobre canto/nódulo. Los configurados sobre canto se sitúan en una posición intermedia entre ambas categorías (Tabla S 8.121). No obstante, al igual que el porcentaje de superficie no cortical, tanto en las BN1GE como en las BN1GC existe una distribución muy amplia de los valores, que se puede explicar por las diferencias en la gestión de la materia prima. Al separar los resultados en función de las distintas materias primas, se observa que el sílex cretácico presenta valores superiores en comparación con el resto de las litologías (ver Tabla S 8.122, Figura 4.53). No obstante, estas diferencias no son estadísticamente significativas ($K-W = 0.06$), probablemente debido al bajo número de la muestra.

El sílex neógeno presenta una gran variabilidad interna en la distribución de los valores del SDI que coincide con la variabilidad registrada en la superficie no cortical. Esto se puede explicar por el tipo de soporte empleado, ya que los núcleos sobre nódulo -generalmente de mayor tamaño, con pocas extracciones y con mayor superficie cortical- contrastan con los núcleos sobre lasca, de menor tamaño y con una menor remanencia de superficies corticales. Por último, las materias primas que presentan los valores más bajos dentro del conjunto son la arenisca y la cuarcita, con valores muy próximos entre sí, lo que indicaría una menor intensidad de reducción en estas materias primas.

Las VSE unifaciales y asociadas principalmente a materiales fluviales (VSE A-B inicial, VSE A) o a nódulos de sílex neógeno (VSE B) presentan valores inferiores de SDI, que contrastan

con los valores más altos de la VSE F, la estructura volumétrica mayoritaria en el sílex cretácico y con las VSE D, H e I, más frecuentes en lascas (Tabla S 8.122).

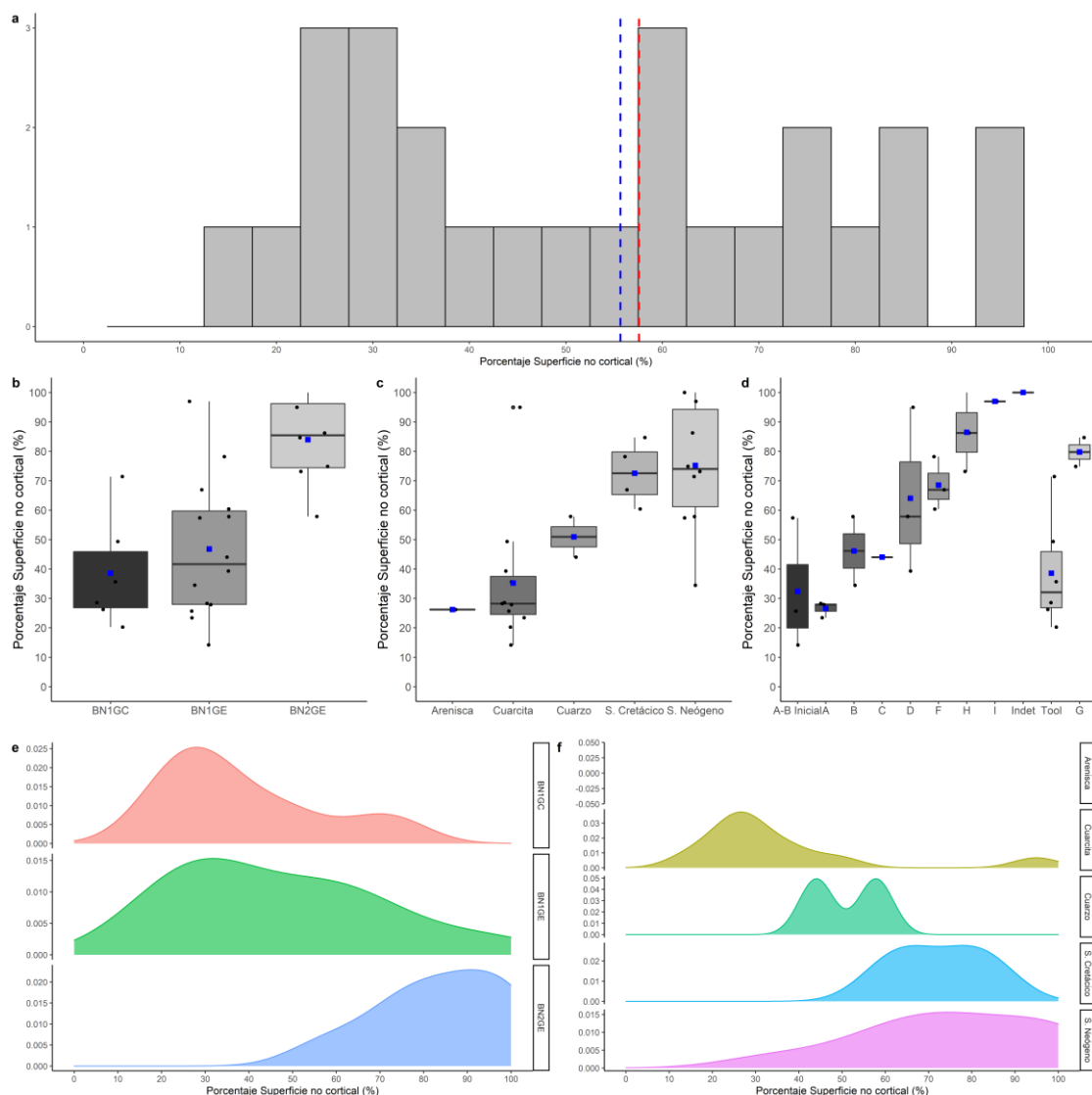


Figura 4.52. a) Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto TD10.3. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y, f) por materia prima.

Los resultados obtenidos a través del SPI refuerzan estas diferencias en la gestión entre las distintas materias primas. Así, en la arenisca, cuarcita, cuarzo y sílex cretácico la mayoría de valores están localizados próximos a 1, lo que indica que las extracciones se disponen de forma paralela entre sí, fruto de la aplicación generalizada de estrategias unipolares longitudinales sobre una cara (arenisca, cuarcita, cuarzo) o sobre dos caras (sílex cretácico). El sílex neógeno presenta valores más dispersos, reflejado en un mayor valor de coeficiente de variación (CV = 67.5). Esta mayor dispersión de los datos es el resultado de una mayor variabilidad de

estrategias aplicadas, aunque la mediana se localiza en 0.3, lo que indica un predominio de estrategias centrípetas y ortogonales (ver Tabla S 8.124-Tabla S 8.126, Figura 4.54).

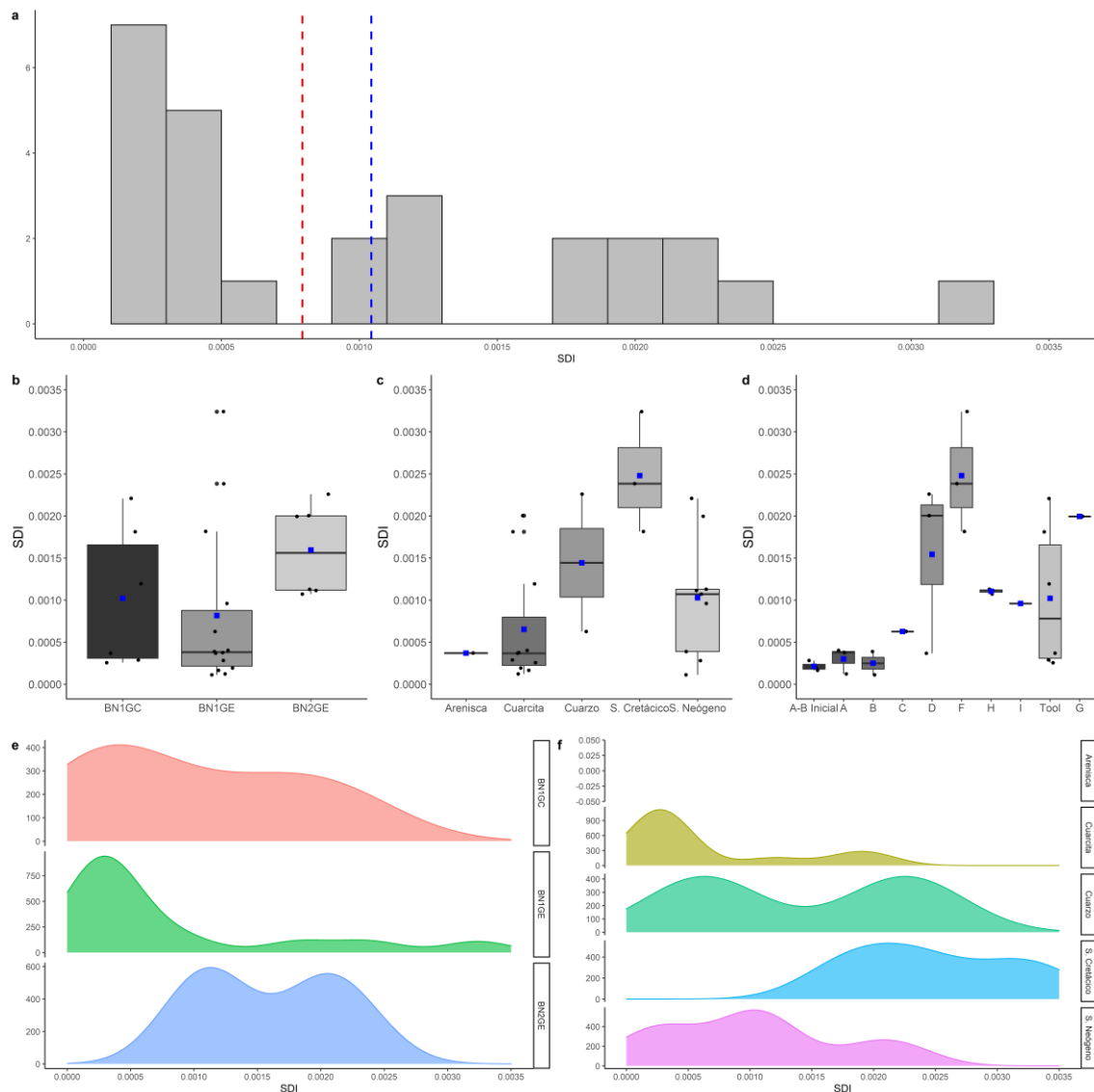


Figura 4.53. Scar Density Index (SDI) del conjunto TD10.3. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, y, f) por materia prima.

No obstante, al separar los resultados por categoría estructural observamos cómo los configurados sobre canto y los núcleos sobre lasca presentan valores centrales similares entre sí, que contrastan con los valores más altos de los núcleos sobre canto.

Los instrumentos sobre canto presentan un volumen original estimado sensiblemente superior a los núcleos sobre canto o nódulo. Sin embargo, estas diferencias son más acentuadas al separar los resultados por materias primas, ya que la cuarcita y arenisca presentan valores centrales de 230.85 y 277.23 cm³ respectivamente, valores hasta cinco veces superiores al cuarzo (54.85cm³) y al sílex cretácico (37.74cm³). La correspondencia entre materias primas

y estructuras volumétricas de explotación explica las diferencias encontradas entre las distintas VSE. De este modo, aquellas estructuras presentes en sílex cretácico y cuarzo VSE C y F, presentan valores inferiores, que contrastan con el resto de VSE identificadas en el conjunto (Figura 4.55; Tabla S 8.127-Tabla S 8.129).

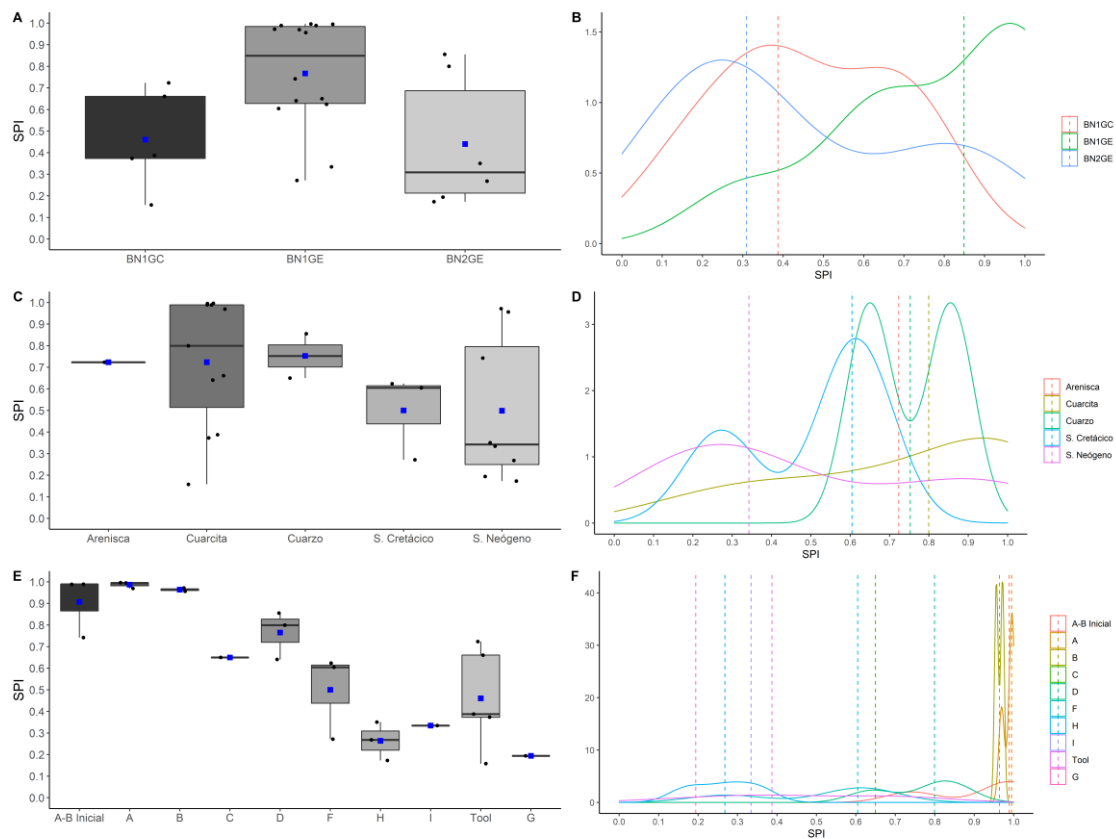


Figura 4.54. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto TD10.3. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.

Los resultados del porcentaje de volumen extraído estimado a través del VRM señalan un bajo nivel de reducción del conjunto, independientemente de la categoría estructural, ya que tanto las BN1GC como las BN1GE presentan una media en torno al 30% de volumen extraído. Al separar los resultados por materia prima, comprobamos que la arenisca, el cuarzo y la cuarcita presentan medias próximas al 30%, mientras que el sílex cretácico asciende hasta el 64% (Tabla S 8.130-Tabla S 8.132).

Además, las estructuras que presentan un menor volumen original presentan también una mayor intensidad de reducción y viceversa. Así, la VSE F es la estructura más reducida, las VSE C, D y el grupo de los grandes instrumentos están en un estadio intermedio y, finalmente, las VSE A y VSE A-B inicial presentan un grado de reducción inferior (Figura 4.56). De hecho, existe una tendencia a reducir en mayor medida los núcleos de menor tamaño, reflejada

en la alta correlación negativa entre volumen estimado y porcentaje de volumen extraído ($r = -0.64$, $r^2 = 0.41$, $p < 0.05$). Esta tendencia se ve refrendada por las altas correlaciones negativas entre volumen estimado y SDI ($r = -0.71$, $r^2 = 0.51$, $p < 0.05$) y porcentaje de superficie no cortical ($r = -0.69$, $r^2 = 0.48$, $p < 0.05$). No obstante, esta tendencia se puede explicar por la reducción diferencial de las distintas materias primas, ya que el sílex cretácico, con un menor volumen estimado, presenta el mayor porcentaje de volumen extraído, así como los valores de SDI más altos.

Existe una alta correlación entre los distintos indicadores del grado de reducción, tanto entre el porcentaje de volumen extraído y el SDI ($r = 0.91$, $r^2 = 0.83$, $p < 0.05$), como el porcentaje de superficie no cortical ($r = 0.88$, $r^2 = 0.78$, $p < 0.05$), así como entre el SDI y el porcentaje de superficie no cortical ($r = 0.57$, $r^2 = 0.33$, $p < 0.05$) (Figura 4.57).

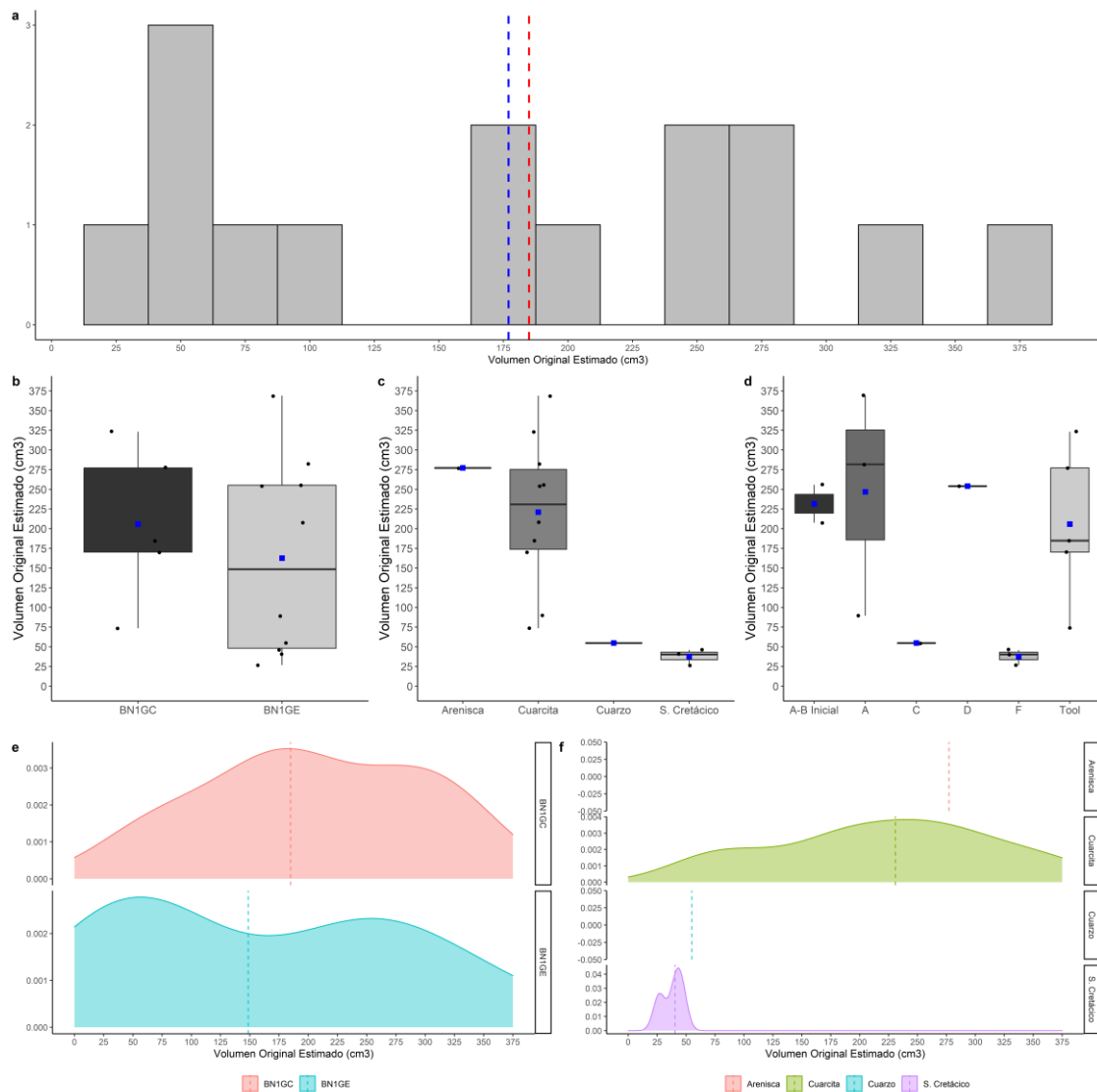


Figura 4.55. Volumen original estimado (cm^3) del conjunto TD10.3. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, y, f) por materia prima.

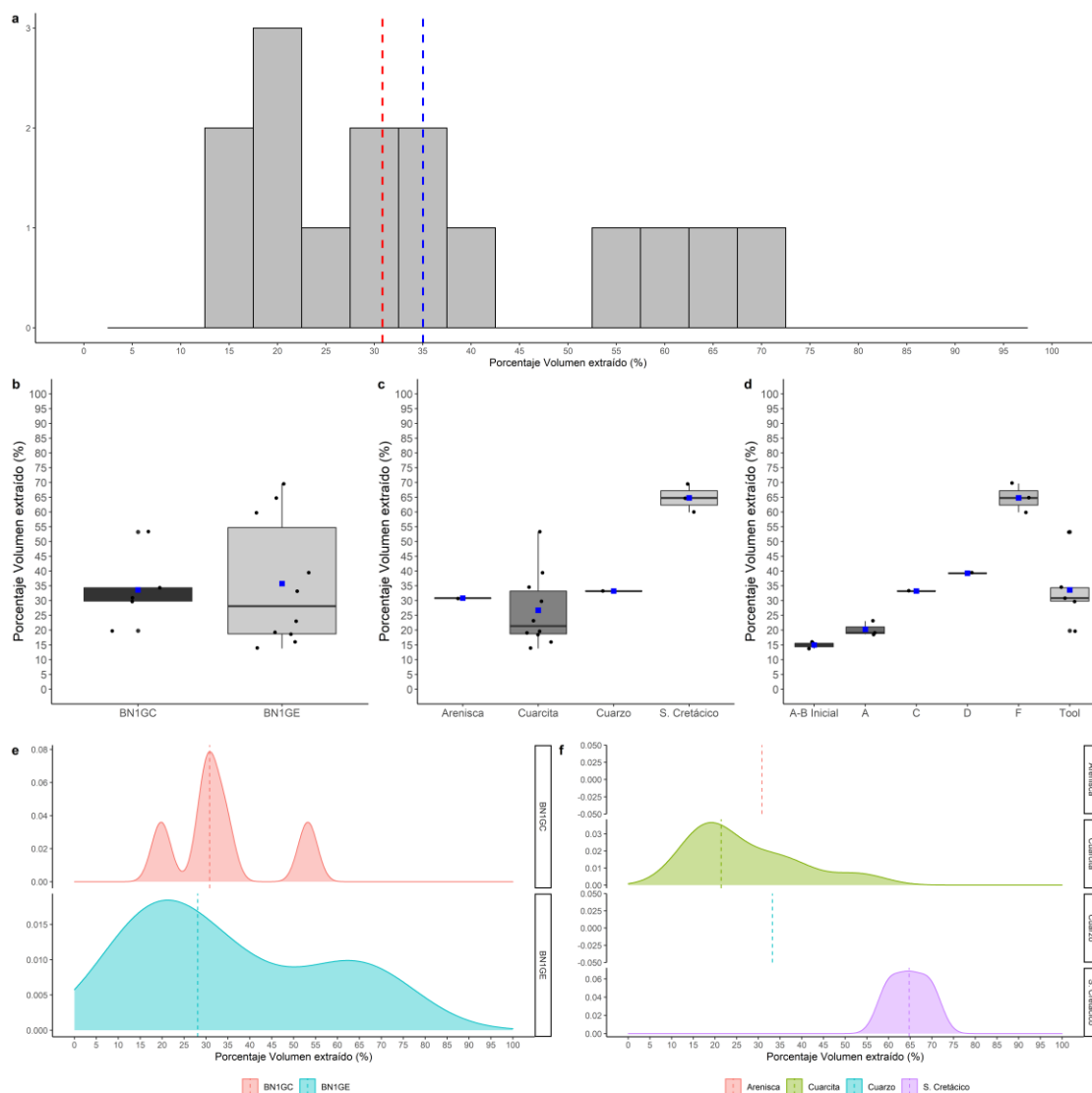


Figura 4.56. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto TD10.3. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, y f) por materia prima.

De igual modo, a medida que avanza la reducción los valores del SPI descenden ($r = -0.61$, $r^2 = 0.37$, $p < 0.05$), lo que indica que los valores próximos a 1 y correspondientes a estrategias unipolares longitudinales pierden peso en favor de otros patrones de orientación de levantamientos más complejos. Sin embargo, esta tendencia pierde fuerza al incorporar los datos del sílex neógeno, ya que la correlación entre SDI y SPI es inferior ($r = -0.43$, $r^2 = 0.19$, $p < 0.05$). Por lo tanto, esta tendencia en realidad indica, por un lado, la presencia de núcleos principalmente de cuarcita y arenisca con un bajo grado de reducción que se tallan siguiendo estrategias unipolares longitudinales; por otro, de núcleos más reducidos en los que se siguen estrategias ortogonales (sílex cretácico).

Por último, ni el grado de agotamiento volumétrico ni el volumen original parecen influir en los cambios en los patrones de orientación de los negativos, ya que la correlación es moderada

entre el SPI, el volumen remanente ($r = 0.57, r^2 = 0.32, p < 0.05$) y el volumen original estimado ($r = 0.49, r^2 = 0.24, p = 0.05$).

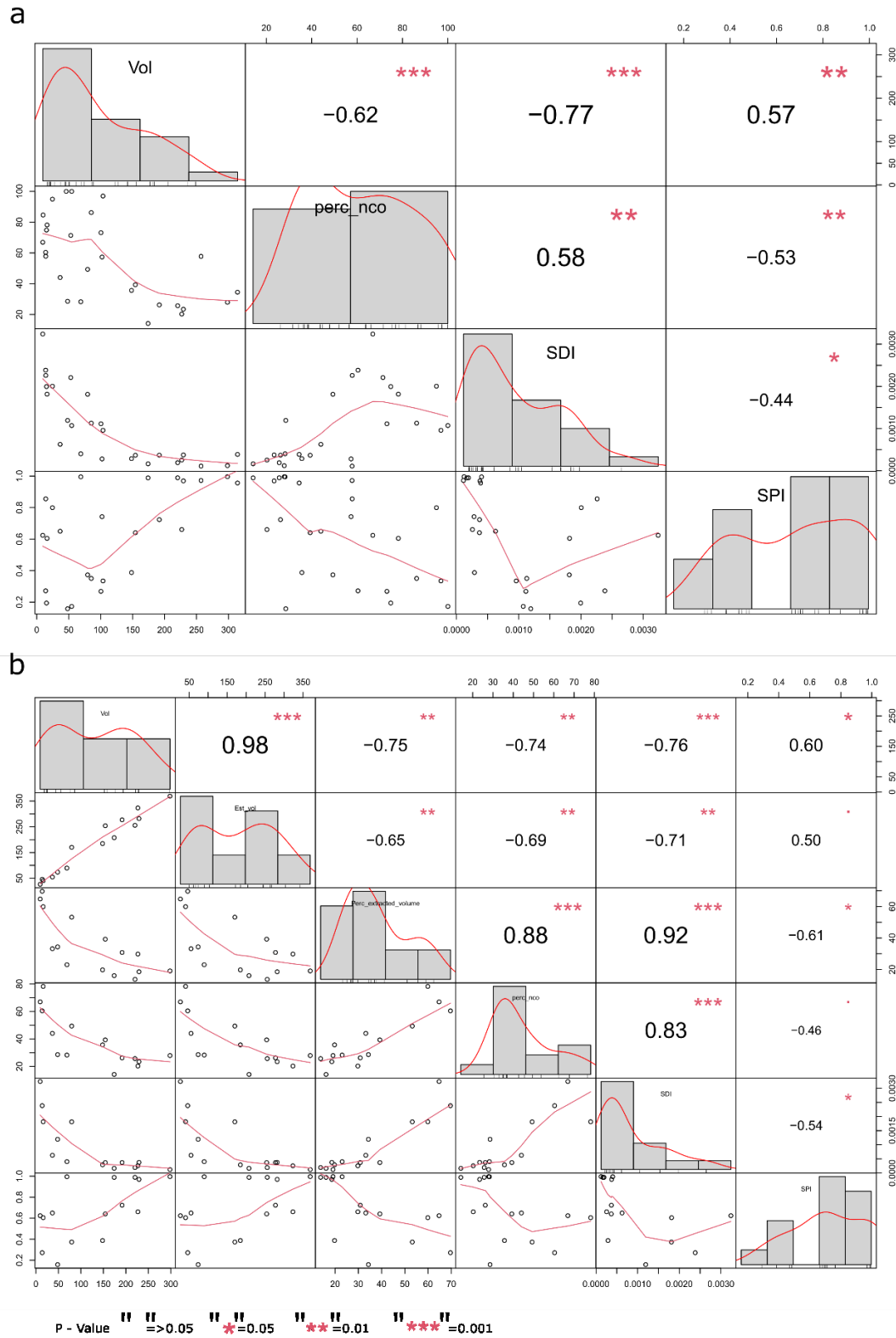


Figura 4.57. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto TD10.3. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.

4.2.3.3 Gran Dolina TD10.2

En el nivel TD10.2 de la Gran Dolina se han recuperado un total de 75 núcleos, suponiendo el 0.6% del conjunto (Tabla 4.25). De ellos, 24 (32%) son núcleos realizados sobre canto o nódulo (BN1GE), 37 (49.3%) son núcleos realizados sobre lasca (BN2GE) y 11 (14.67%) son fragmentos de núcleo, ya sea sobre lasca o con soporte indeterminable. El porcentaje restante (4%) corresponde a núcleos en los que no es posible determinar el tipo de soporte empleado (Tabla 4.25).

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX NEÓGENO	SÍLEX CRETÁCICO	TOTAL
BN1GE	-	-	2 (8.33%)	7 (29.16%)	15 (62.5%)	24 (32%)
BN2GE	-	-	-	32 (86.48%)	5 (13.52%)	37 (49.33%)
BNE	-	-	-	3 (100%)	-	3 (4%)
FBNE	-	-	-	9 (81.81%)	2 (18.19%)	11 (14.66%)
TOTAL BNE	-	-	2 (2.67%)	51 (68%)	22 (29.33%)	75 (100%)

Tabla 4.25. Subunidad TD10.2. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima.

Destaca que el 68% del total de núcleos están realizados en sílex neógeno, mientras que el 29.33% en sílex cretácico. La cuarcita desempeña un rol muy marginal en la explotación (2.67%) (Tabla 4.25). Los configurados sobre canto son escasos y están realizados sobre arenisca y caliza (Tabla 4.26).

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX NEÓGENO	SÍLEX CRETÁCICO	TOTAL
BN1GC	2 (66.6%)	1 (33.3%)	-	-	-	3 (100%)

Tabla 4.26. Subunidad TD10.2. Frecuencia de BN1GC por materia prima.

Desde un punto de vista métrico no existen diferencias estadísticamente significativas en el volumen remanente en función de la categoría estructural, ni en la mediana ($K-W = 0.07$), ni en la distribución de los valores ($K-S > 0.05$), aunque los configurados sobre canto tienden a presentar de media volúmenes más elevados que los núcleos, independientemente del tipo de soporte de estos últimos (Figura 4.58). Estas similitudes entre categorías se mantienen en lo que respecta a la longitud, anchura y espesor, aunque las BN1GC tienden a presentar una longitud y una anchura mayores en comparación con los núcleos (Figura 4.59), siendo los espesores muy similares entre las distintas categorías. Esto parece indicar que los núcleos

llegan a un nivel de agotamiento volumétrico similar, independientemente del tipo de soporte (Tabla S 8.134-Tabla S 8.145).

Si comparamos el volumen remanente en función de la materia prima observamos diferencias ligeramente más acentuadas, presentando los núcleos de sílex cretácico valores inferiores (media = 24.75 cm³) en comparación con aquellos de sílex neógeno (media = 43.23 cm³), de caliza (41.14 cm³), y, especialmente, de cuarcita (93.97 cm³) y de arenisca (108.56cm³) (Figura 4.58). En cuanto a las dimensiones, el sílex cretácico presenta valores ligeramente inferiores al sílex neógeno, aunque en ningún caso estas diferencias son significativas (Figura 4.60;Tabla S 8.146-Tabla S 8.157).

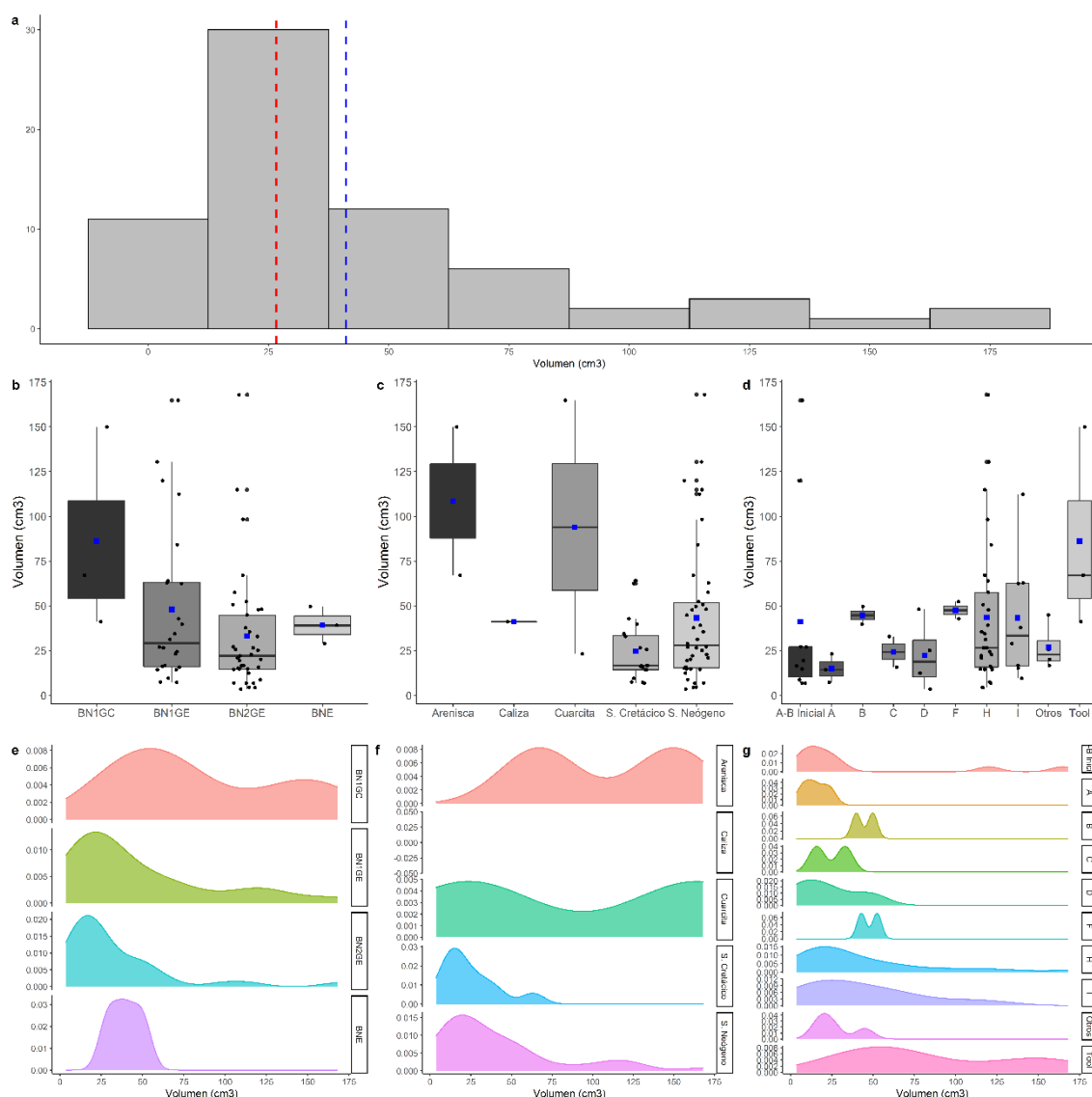


Figura 4.58. Volumen remanente (cm³) del conjunto TD10.2. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

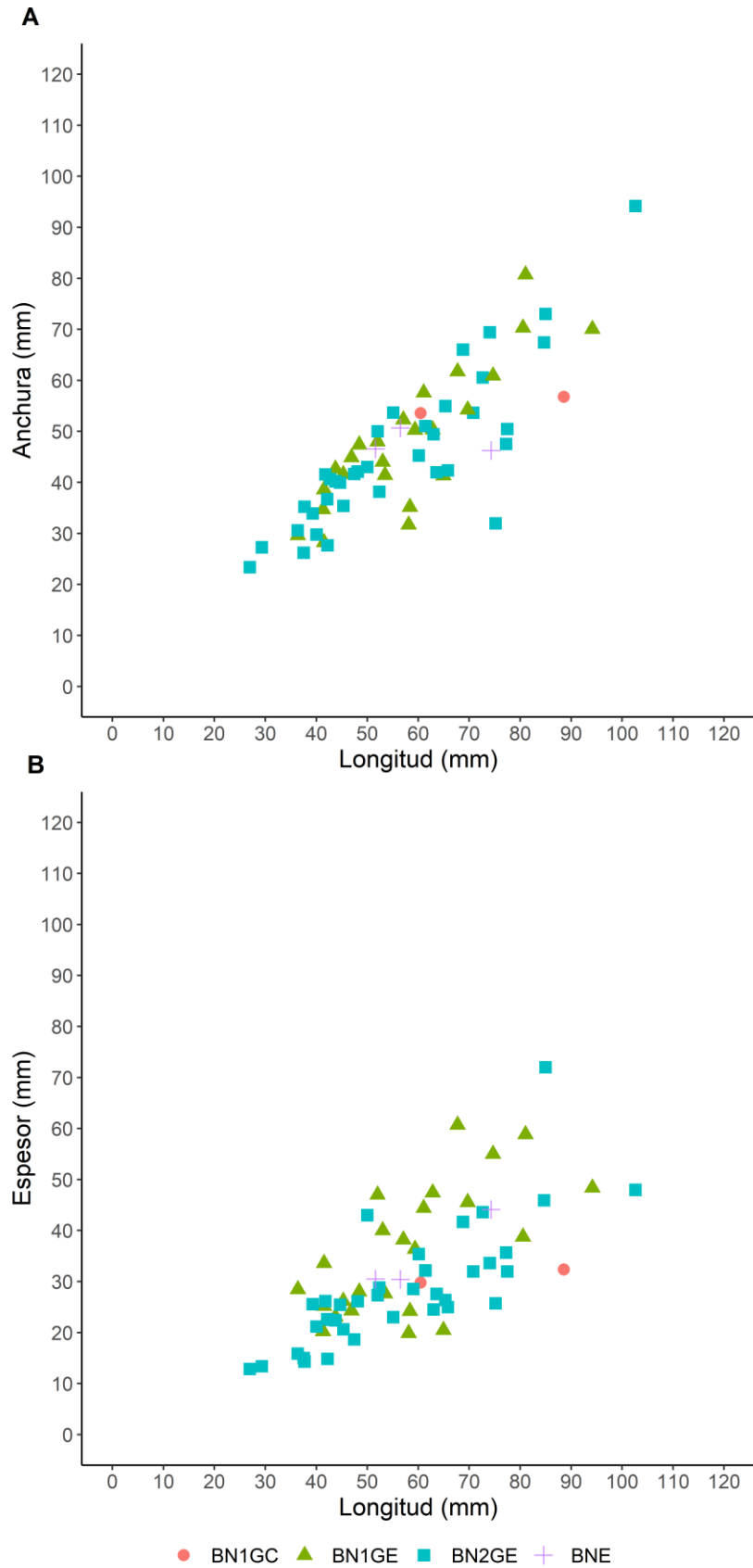


Figura 4.59. Subunidad TD10.2. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.

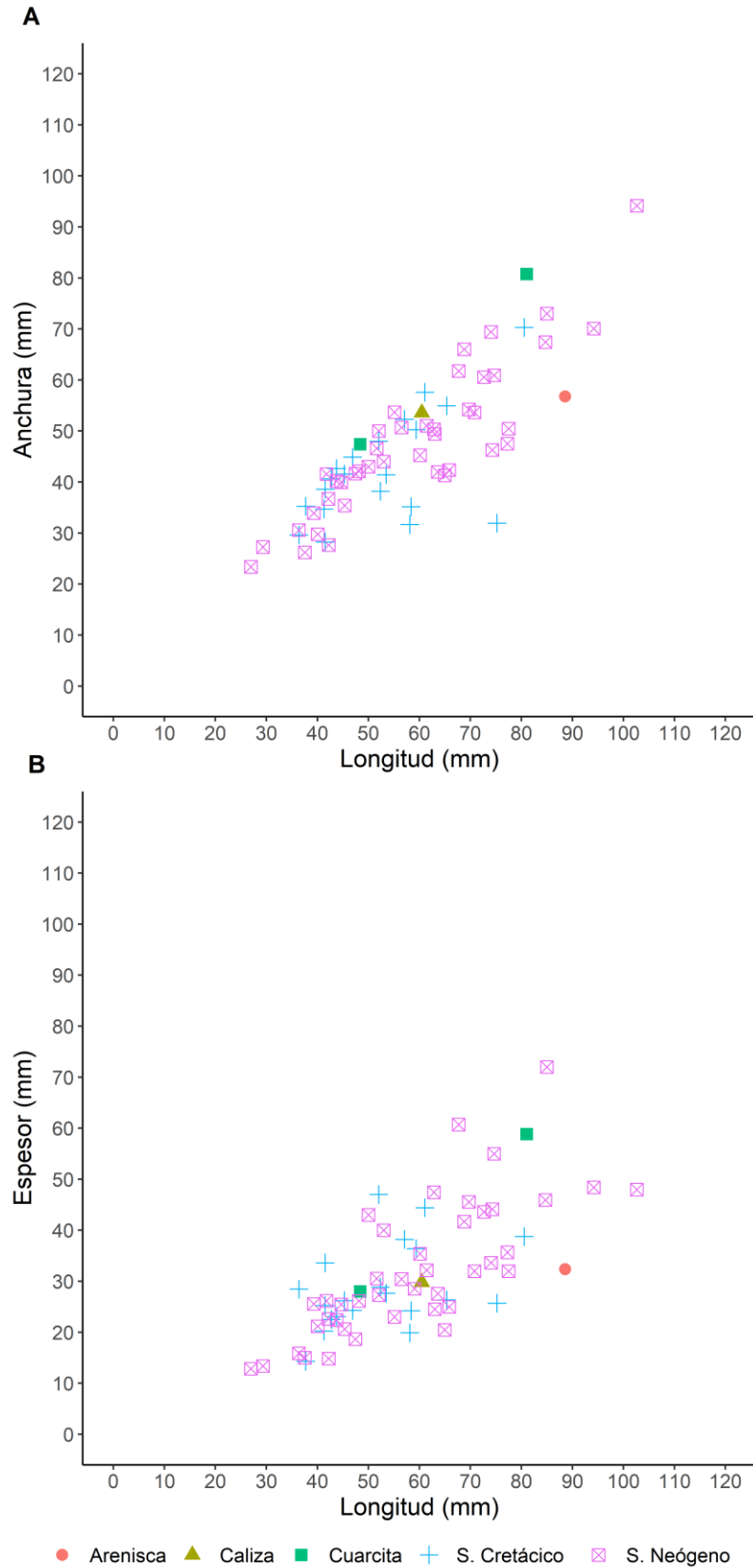


Figura 4.60. Subunidad TD10.2. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.

Con respecto a las superficies de explotación, si atendemos únicamente a los núcleos, hay un predominio de estrategias bifaciales (57.8%), seguidas de unifaciales (25%), mientras que los núcleos trifaciales (10.9%) y multifaciales (6.2%) tienen una presencia muy secundaria dentro del conjunto. Esta distribución del número de superficies intervenidas no varía en función de la categoría estructural, ya que predominan las estrategias bifaciales, independientemente del tipo de soporte (Tabla 4.27).

	UNIFACIAL	BIFACIAL	TRIFACIAL	MULTIFACIAL	TOTAL
BN1GE	5 (20.83%)	14 (58.33%)	2 (8.33%)	3 (12.50%)	24 37.50%
BN2GE	10 (27.03%)	22 (59.46%)	4 (10.81%)	1 (2.70%)	37 57.81%
BNE	1 (33.33%)	1 (33.33%)	1 (33.33%)	-	3 4.69%
TOTAL	20 25%	39 57.81%	7 (10.94%)	4 (6.25%)	64 100%

Tabla 4.27. Subunidad TD10.2. Proporción de núcleos en función del número de superficies intervenidas.

En cuanto al número de superficies de percusión, existe un mayor predominio del uso de múltiples plataformas (71.9%), mientras que el uso de una (15.6%) y dos plataformas (12.5%) representan porcentajes muy marginales (Tabla 4.28).

	UNIPOLAR	BIPOLAR	MULTIPOLAR	TOTAL
BN1GE	3 (12.50%)	5 (20.83%)	16 (66.67%)	24 (37.50%)
BN2GE	6 (16.22%)	3 (8.11%)	28 (75.68%)	37 (57.81%)
BNE	1 (33.33%)	-	2 (66.67%)	3 (4.69%)
TOTAL	10 (15.63%)	8 (12.50%)	46 (71.88%)	100%

Tabla 4.28. Subunidad TD10.2. Proporción de núcleos en función del número de plataformas de percusión.

Cruzando los datos de las superficies de explotación y de plataformas de percusión, junto con la polaridad general de las extracciones, observamos que en los núcleos unifaciales se da una mayor representación de estrategias unipolares longitudinales (68.7% del total), seguidas de estrategias multipolares centrípetas (18.7%) y bipolares opuestas (12.5%).

Con respecto a los núcleos bifaciales, en función de la relación espacial entre las superficies de explotación podemos distinguir dos patrones: los núcleos que presentan dos superficies de explotación opuestas, se gestionan casi exclusivamente siguiendo estrategias centrípetas (87.1%) (Tabla 4.29); en cambio, en aquellos casos en los que se explotan dos superficies contiguas, predominan las disposiciones generales ortogonales (50%), aunque la explotación en estos casos es unipolar longitudinal, mientras que la segunda cara es intervenida con el objetivo de preparar la plataforma de percusión.

En los núcleos trifaciales se ha podido documentar un predominio de estrategias multipolares ortogonales (57.1%), seguidas de multipolares centrípetas (28.5%). Por último, los núcleos multifaciales se explotan en su totalidad siguiendo estrategias multipolares ortogonales.

	CENTRÍPETO	LONGITUDINAL	OPUESTO	ORTOGONAL	OTROS	TOTAL
UNIFACIAL	3 (18.75%)	11 (68.75%)	2 (12.50%)	- (0%)	- (0%)	16 (100%)
BIFACIAL	28 (75.68%)	- (0%)	1 (2.70%)	3 (8.11%)	5 (13.51%)	37 (100%)
CONTIGUO	1 (16.67%)	- (0%)	- (0%)	3 (50%)	2 (33.33%)	6 (100%)
OPUESTO	27 (87.10%)	- (0%)	1 (3.23%)	- (0%)	3 (9.68%)	31 (100%)
TRIFACIAL	2 (28.57%)	- (0%)	- (0%)	4 (57.14%)	1 (14.29%)	7 (100%)
MULTIFACIAL	- (0%)	- (0%)	- (0%)	4 (100%)	- (0%)	4 (100%)

Tabla 4.29. Subunidad TD10.2. Proporción de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.

De los 64 núcleos analizados se han identificado las siguientes estructuras volumétricas de explotación:

VSE A-B Inicial: se han documentado un total de 10 núcleos (15.6%) en fases iniciales de explotación, de los cuáles la gran mayoría (70%) están hechos sobre sílex neógeno, mientras que el porcentaje restante corresponde a sílex cretácico (20%) y a cuarcita (10%).

Los núcleos sobre lasca (n = 7) se caracterizan por el uso de soportes cuyos volúmenes y dimensiones son reducidos, lo que conlleva la baja capacidad productiva de estos soportes, con muy pocos negativos de extracciones localizados en una de las caras anchas de la lasca y la explotación preferencial de la cara ventral (71.4%). Las superficies intervenidas presentan extracciones aisladas, y, en aquellos casos en donde se ha documentado más de una extracción, los negativos siguen una disposición general unipolar longitudinal, aunque se han constatado disposiciones opuestas y ortogonales de forma residual. A pesar de este bajo grado de reducción inferido por el número de levantamientos, estos núcleos presentan una nula o escasa superficie cortical.

Los núcleos sobre canto o nódulo (n = 3) están representados por dos nódulos de sílex neógeno y un canto de cuarcita. Estos tres núcleos presentan una cierta variabilidad en las dimensiones y volúmenes remanentes, pero en ningún caso se han agotado a nivel volumétrico. Se caracterizan por presentar escasos levantamientos en su superficie, con una profundidad marginal con respecto a las caras de explotación, en el caso del sílex neógeno. No obstante, a diferencia de las BN2GE, el porcentaje de superficie cortical es más elevado, oscilando entre el 40 y el 70%. Los dos casos sobre sílex neógeno muestran tendencias diferenciadas. El primero, puede considerarse como un testeo de la materia prima, puesto que se trata de un nódulo de grandes dimensiones con un elevado porcentaje de superficie cortical. El segundo

se puede vincular más a un aprovechamiento puntual de la materia prima. En el caso de la cuarcita, se trata de un percutor reutilizado para la extracción de lascas, en el que se realizan dos extracciones de forma unipolar longitudinal sobre una de las caras estrechas del soporte, siguiendo el eje largo de la superficie de explotación.

Estos núcleos se pueden vincular en su mayoría a aprovechamientos puntuales, lo que indica que prácticamente cualquier matriz podría servir para la obtención de lascas, con un único caso que puede relacionarse con un testeo de la materia prima.

VSE A: se han recuperado tres núcleos que presentan este tipo de estructura volumétrica. Se trata de un núcleo de cuarcita de pequeñas dimensiones y de dos núcleos de sílex cretácico. En la cuarcita esta explotación se realiza utilizando directamente superficies corticales como plataforma de percusión (Figura 4.61b), mientras que los de sílex cretácico presentan plataformas no corticales como superficie de percusión (Figura 4.61a). Estos núcleos disponen de ángulos simples y semiabruptos entre los planos de percusión y explotación, abarcando las extracciones entre el 50 y el 75% del perímetro del núcleo.

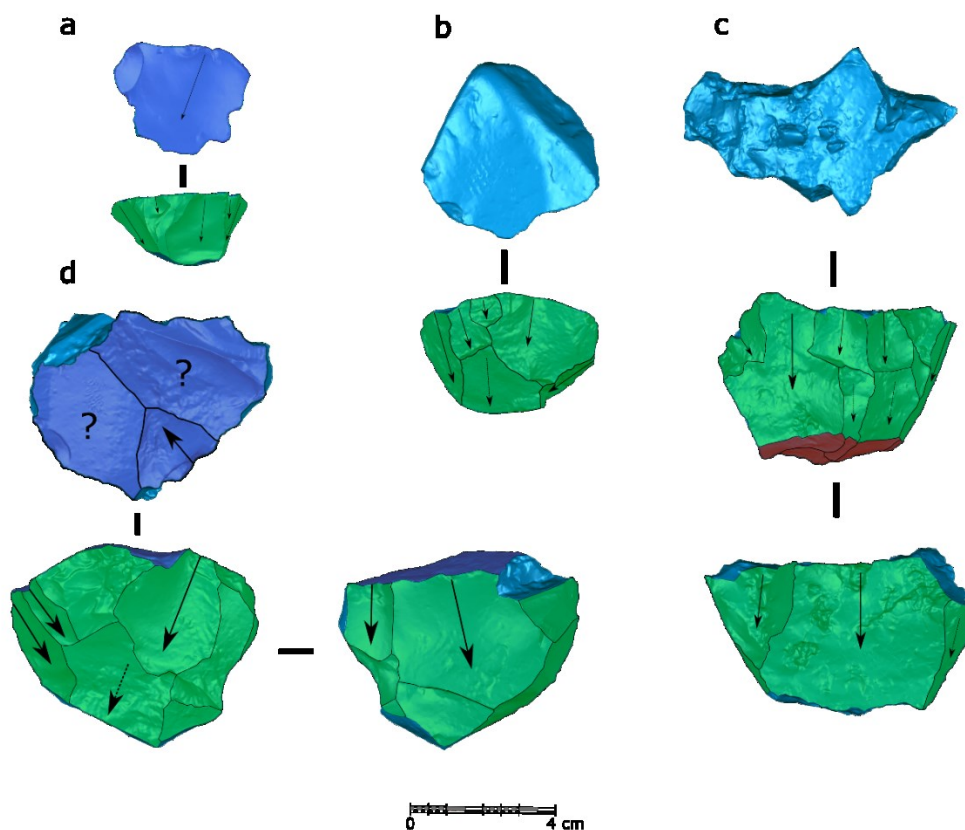


Figura 4.61. Núcleos adscritos a las VSE A y B recuperados en TD10.2: a) ATA08 L16 186 (s. cretácico); b) ATA06 N20 195 (cuarcita); c) ATA10 I12 54 (s. neógeno); d) ATA10 L20 1 (s. neógeno).

VSE B: se han documentado dos casos que pueden adscribirse a esta estructura. Uno se corresponde con una BNE de sílex neógeno y otro a un nódulo de sílex cretácico. En ambos

casos, la explotación presenta un marcado desarrollo perimetral, similar al *semi-tournant* (entre 3C y 4C), empleando como plataformas de percusión tanto superficies no corticales naturales (Figura 4.61c), como extracciones previas (Figura 4.61d).

VSE C: son dos núcleos de sílex cretácico, uno sobre lasca y otro sobre nódulo que presentan extracciones dispuestas de forma opuesta entre sí sobre una única superficie. Éste último presenta dos plataformas opuestas que convergen, siguiendo los levantamientos una disposición que oscila entre opuesta y ortogonal (Figura 4.62a). En el núcleo sobre lasca se explota la cara dorsal siguiendo el eje técnico de la lasca-soporte, utilizando como plataformas de percusión tanto la plataforma talonar, como la zona distal. No obstante, no se aprecia una alternancia entre las diferentes series (Figura 4.62b).

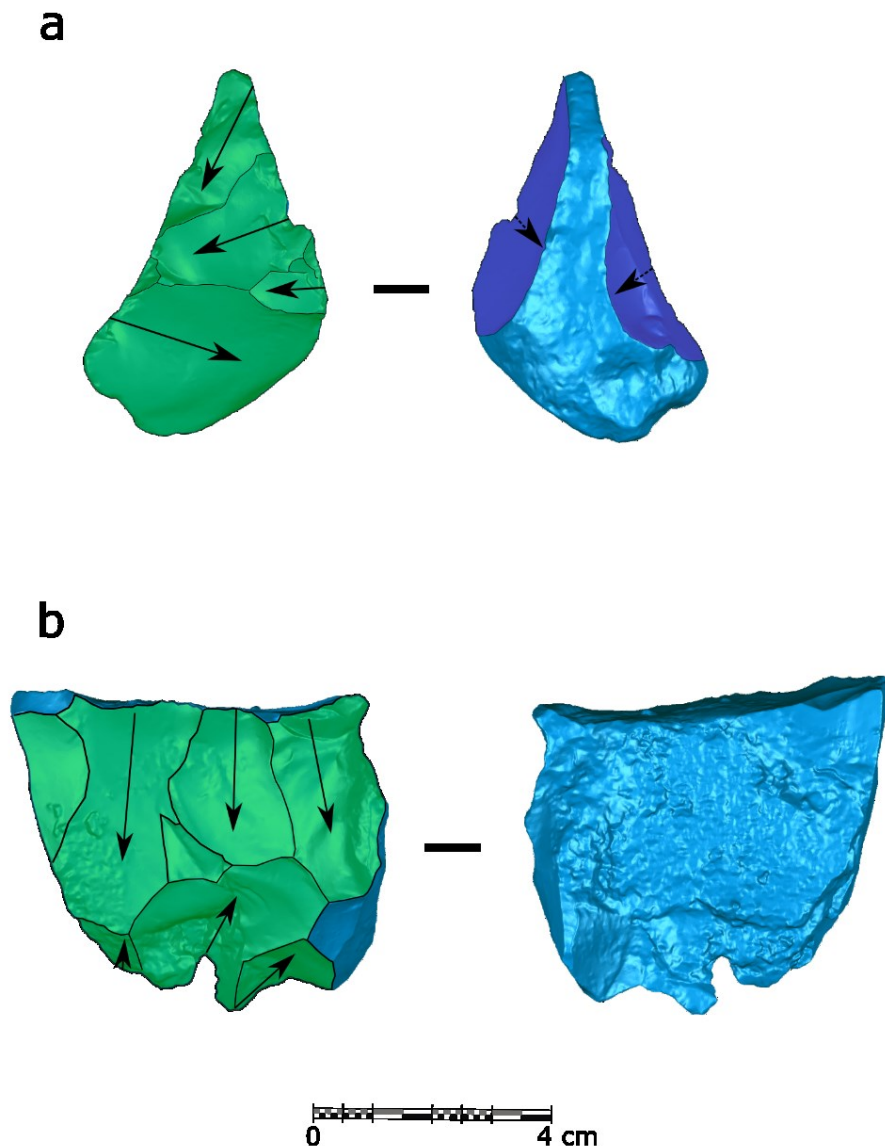


Figura 4.62. Núcleos adscritos a la VSE C recuperados en TD10.2: a) ATA06 M12 66 (s. cretácico); b) ATA07 N17 5 (s. neógeno).

VSE D: se han recuperado un total de 4 núcleos pertenecientes a esta estructura, todos ellos realizados en lascas de sílex neógeno. En tres casos se explota la cara dorsal, mientras que la cara ventral actúa como plataforma de percusión (Figura 4.63). En el caso restante se explota la cara ventral. Parece existir una cierta adecuación de la explotación a la morfología de las lascas, puesto que cuando se explota la cara dorsal, los ángulos entre ambos planos son simples, mientras que en el caso restante se emplean ángulos semiplanos. Todos los núcleos asignados a esta estructura presentan la superficie enteramente no cortical, ya que los negativos (entre 3 y 7) cubren prácticamente la totalidad de la superficie.

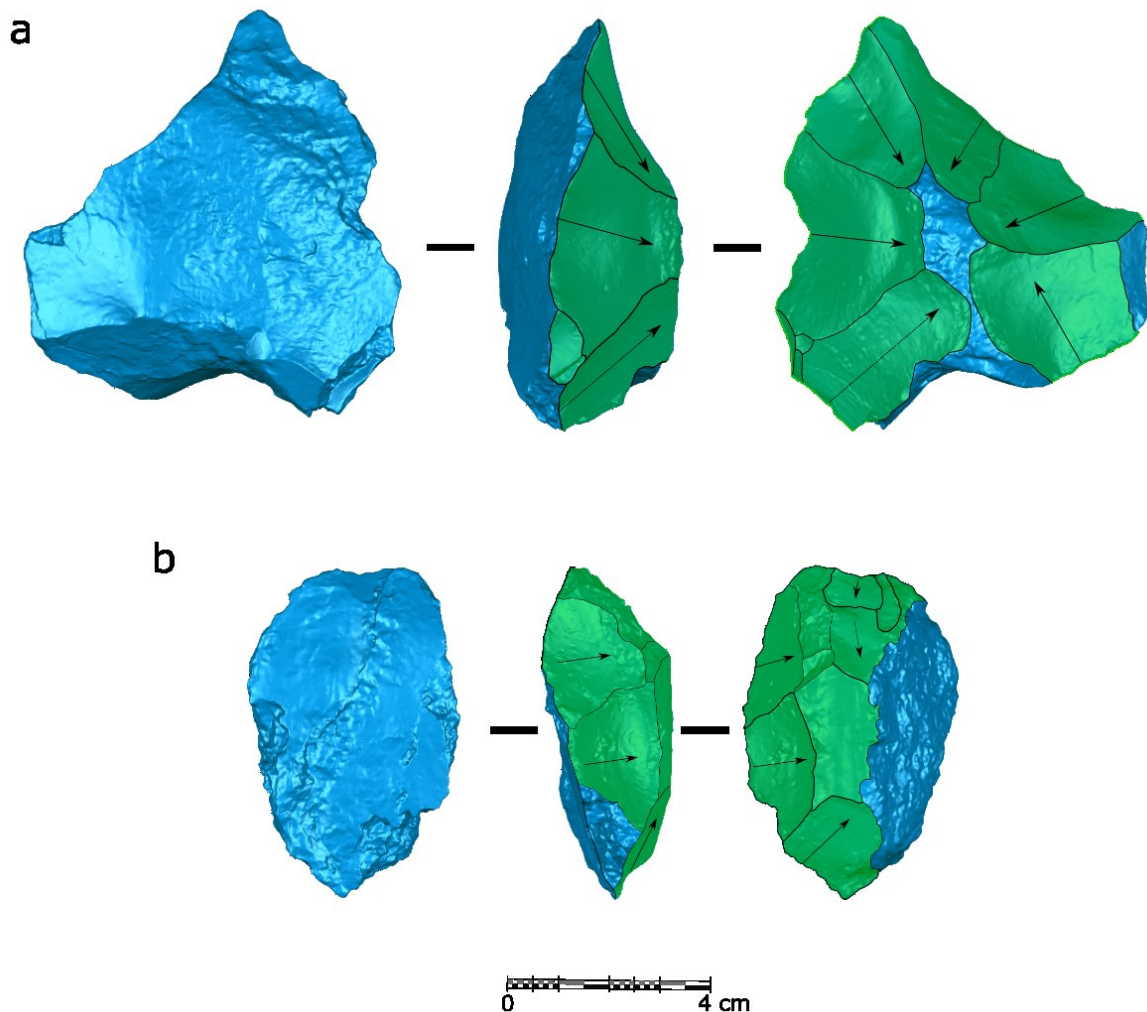


Figura 4.63. Núcleos adscritos a la VSE D recuperados en TD10.2: a) ATA08 N16 384 (s. neógeno); b) ATA10 K13 310 (s. neógeno).

VSE F: hay dos núcleos que pertenecen a esta estructura volumétrica, en los cuales las extracciones se disponen de forma unipolar longitudinal sobre dos superficies contiguas, dando un carácter ortogonal a la explotación, pues los negativos de las extracciones producidas en una cara actúan posteriormente como plataforma de percusión para la explotación de la cara contigua (Figura 4.64).

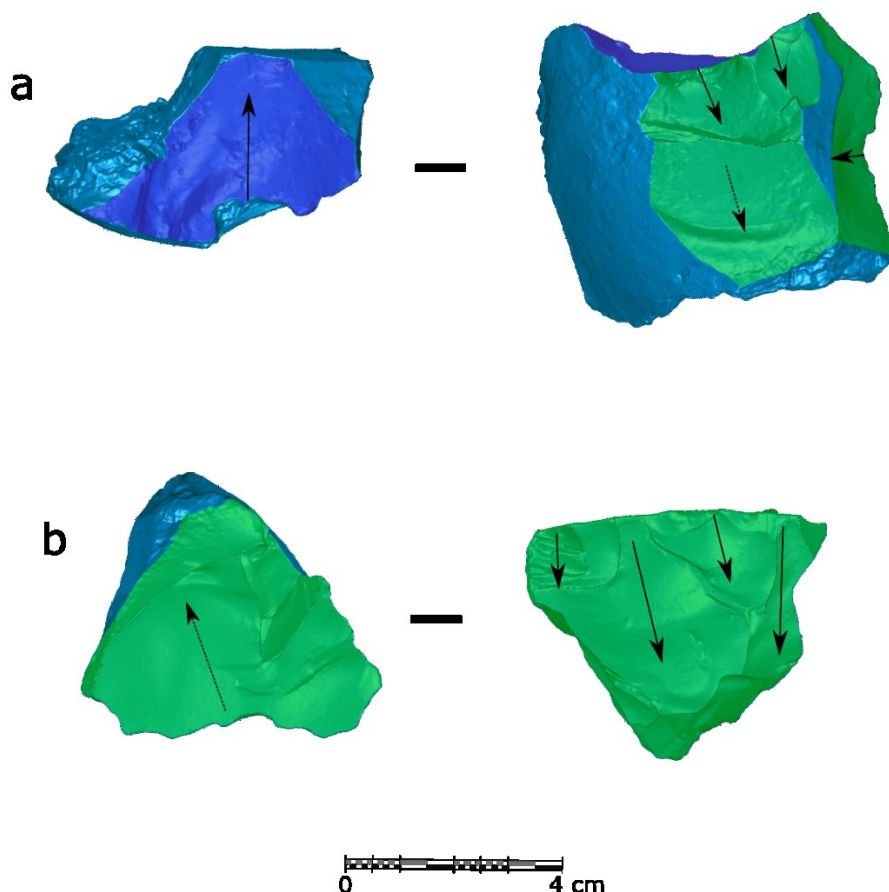


Figura 4.64. Núcleos adscritos a la VSE F recuperados en TD10.2: a) ATA08 N16 387 (s. neógeno); b) ATA11 H15 51 (s. cretácico).

VSE H: se trata de la estructura volumétrica mayoritaria en este conjunto, recuperándose un total de 29 núcleos. Esta estructura se aplica indistintamente tanto a nódulos como lascas. La gran mayoría están hechos sobre sílex neógeno (75.8%), predominando el uso de lascas como soporte (81.8%), mientras que el 24.1% restante corresponde a nódulos de sílex cretácico.

La simetría y la jerarquización entre las dos superficies, así como la relación entre ambas variables, son los elementos que definen la variabilidad interna de esta estructura. De este modo, se han identificado cuatro modalidades diferentes a las que hay que sumar aquellos núcleos cuyos negativos presentan una disposición centrípeta, pero en los que se acaba creando una tercera superficie de explotación o preparación.

Núcleos bifaciales simétricos no jerarquizados (n = 4): dentro de este grupo se engloban los núcleos que presentan dos superficies opuestas simétricas. En algunos casos, la morfología bicónica de las superficies de lascado -resultante de una relación angular secante de dichas superficies con respecto al plano de intervención- da lugar a núcleos discoidales (Figura 4.65a-b). En estos casos, las superficies actúan indistintamente como superficies de lascado y plataformas de percusión, produciéndose una alternancia entre caras a lo largo de la secuencia.

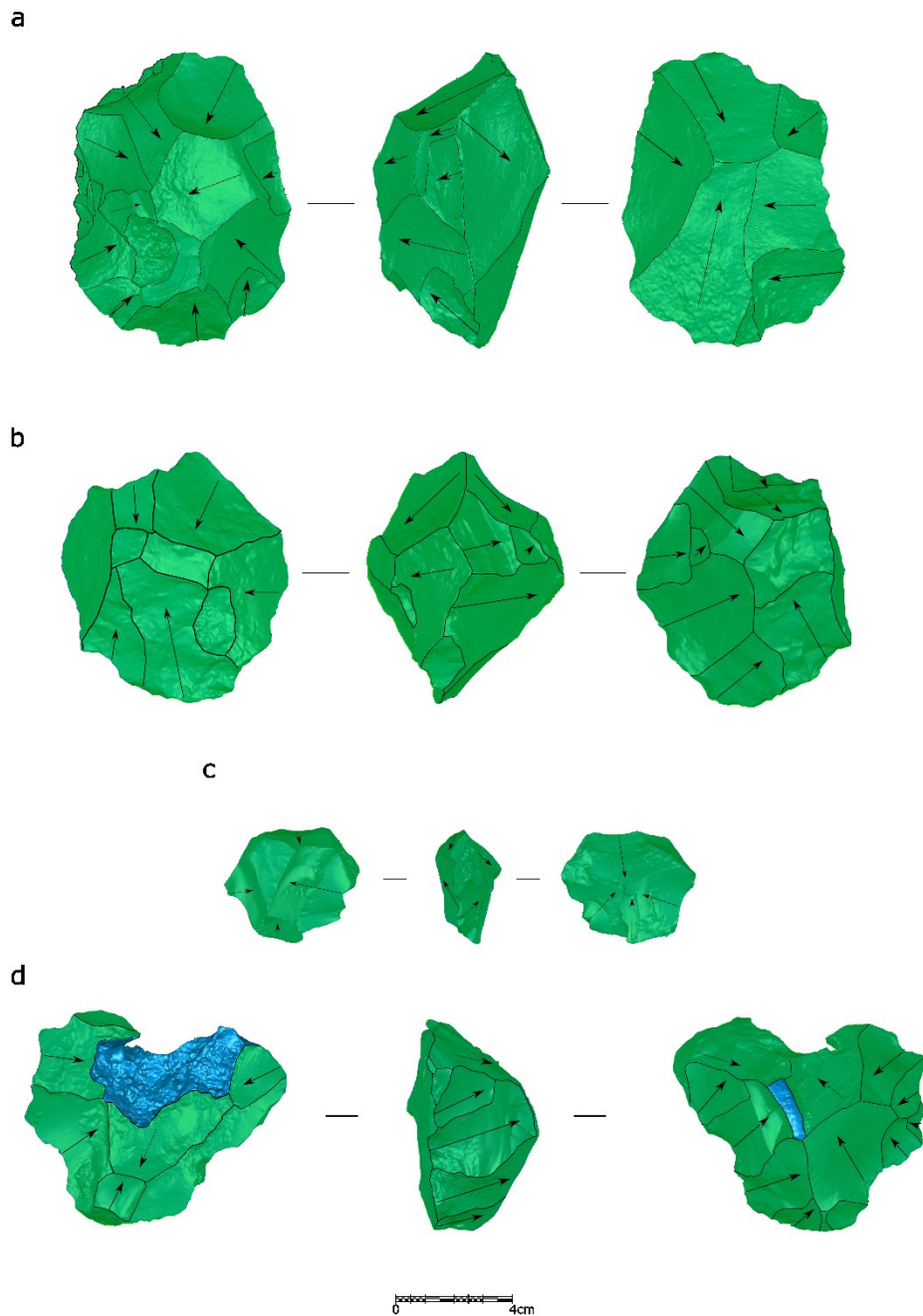


Figura 4.65. Núcleos simétricos no jerarquizados (a-c) y núcleos asimétricos no jerarquizados (d) recuperados en TD10.2): a) ATA08 M21 70 (s. neógeno); b) ATA05 M14 70 (s. neógeno); c) ATA08 L13 85 (s. cretácico), d) ATA08 L22 38 (s. cretácico).

Núcleos bifaciales asimétricos no jerarquizados (n = 3): se han recuperado tres efectivos que pueden englobarse en esta modalidad, uno sobre lasca de sílex neógeno y dos sobre canto de sílex cretácico. Las superficies intervenidas presentan una marcada asimetría entre ellas. Sin embargo, sus roles no están definidos por el carácter convexo o plano de las superficies, sino porque se van intercambiando a medida que la reducción avanza, actuando ambas como plataforma de percusión y como superficie de lascado alternativamente (Figura 4.65d).

Núcleos bifaciales asimétricos jerarquizados (n = 14): es la modalidad mejor representada en TD10.2, y se pueden distinguir dos variantes. Por un lado, los núcleos en los que la superficie de explotación preferente se corresponde con la cara convexa del soporte, actuando la cara más plana como plataforma de percusión. Por otro, los núcleos en los que la cara más plana se orienta a la explotación, mientras que la cara convexa ejerce como plataforma de percusión.

En los núcleos del primer grupo (n = 6) la superficie de explotación preferencial presenta negativos dispuestos de forma centrípeta, a excepción de un caso que presenta una disposición general bipolar opuesta. En cambio, la mayor variabilidad se da en la cara que actúa como plataforma de percusión, documentándose disposiciones longitudinales, ortogonales y centrípetas, con un carácter centrípeta oscilando entre NC y 3C, y la profundidad de cuyas extracciones varía entre marginal y total, aunque predominan las marginales (Figura 4.66). Esto parece reforzar el carácter de preparación de estas superficies, en las que únicamente se adecúa la plataforma de percusión en zonas puntuales del soporte (Figura 4.66b-d). Esta modalidad se aplica exclusivamente en nódulos de sílex cretácico y en lascas de sílex neógeno, aunque predomina en éstas últimas, aprovechando la propia morfología asimétrica de este tipo de soportes, empleando la cara ventral de la lasca como plataforma de percusión y explotando de forma principal la cara dorsal.

La otra modalidad también está ampliamente representada (n = 8), y también se aplica principalmente sobre nódulos de cretácico (n = 3) y sobre lascas de sílex neógeno (n = 4). En estos casos es la cara plana la que actúa como superficie de explotación preferente, mientras que la cara convexa actúa como plataforma de percusión. Del mismo modo que en el grupo anterior, generalmente aprovechan la propia morfología de la lasca, explotando preferentemente la cara ventral (la más plana), mientras que la cara dorsal se utiliza como plataforma de percusión. Con respecto a la superficie de explotación, predominan las disposiciones centrípetas, seguidas de opuestas y longitudinales, mientras que las extracciones se disponen de forma paralela o subparalela al plano de intersección. En cambio, la superficie que actúa como plataforma de preparación presenta ángulos más abruptos (simple-semiabrupto) y negativos con tendencia centrípeta en todos los casos (Figura 4.67).

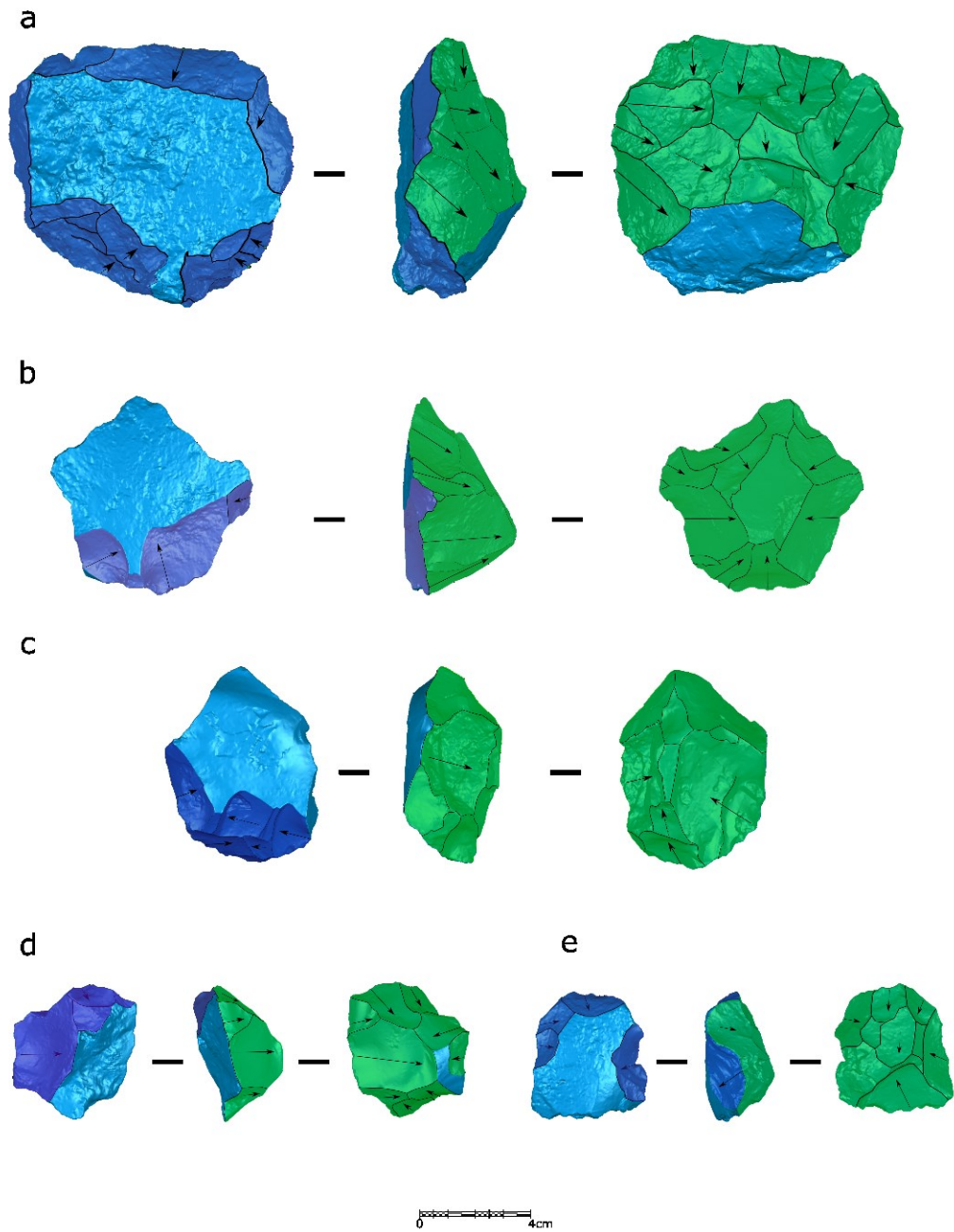


Figura 4.66. Núcleos bifaciales asimétricos jerarquizados (cara convexa preferencial) recuperados en TD10.2: a) ATA08 K21 310 (s. neógeno); b) ATA10 N19 52 (s. neógeno); c) ATA09 L18 175 (s. cretácico); d) ATA08 M11 38 (s. neógeno); e) ATA10 N16 148 (s. neógeno).

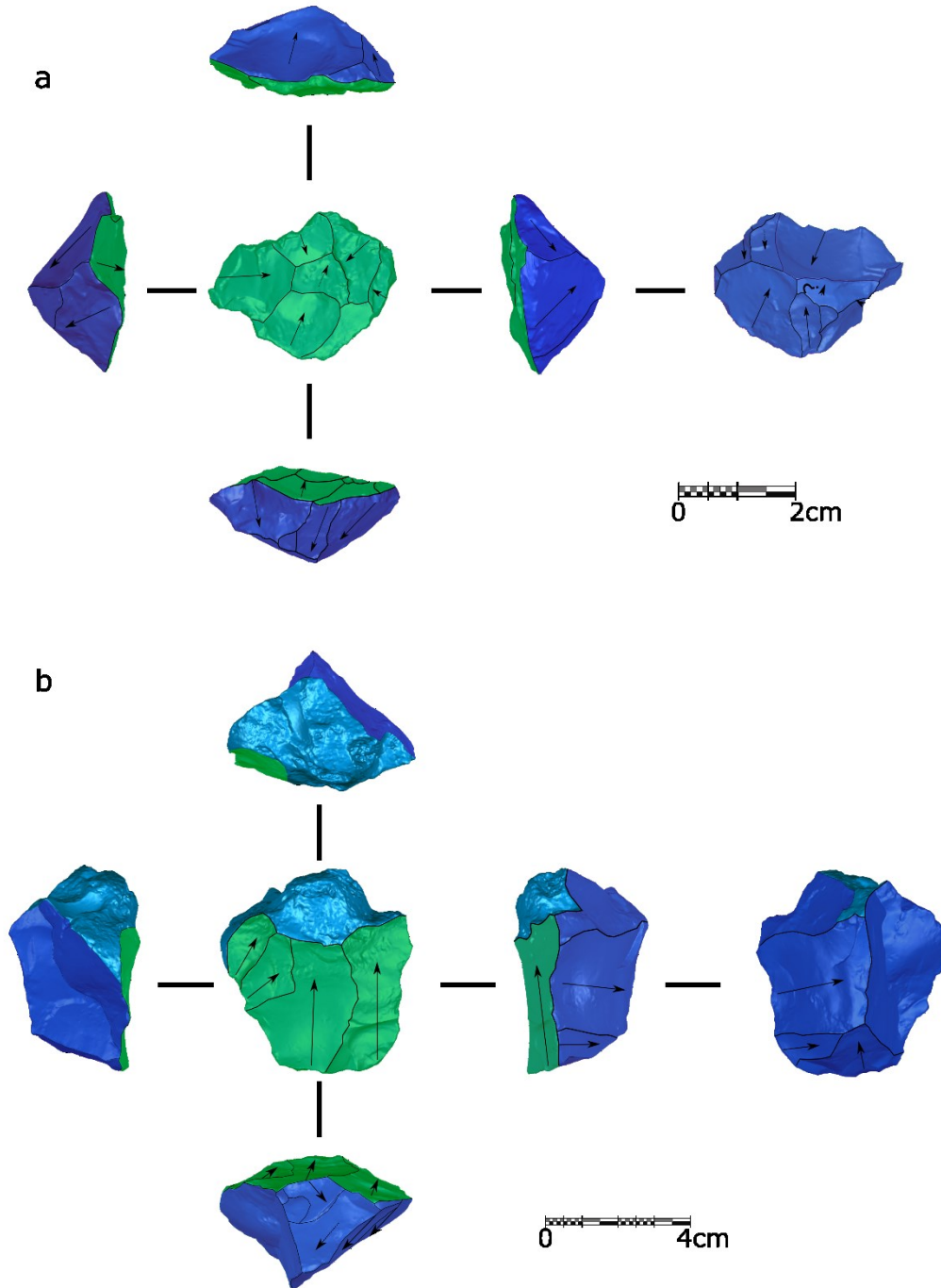


Figura 4.67. Núcleos asimétricos jerarquizados (cara plana preferencial) recuperados en TD10.2: a) ATA09 I15 68 (s. neógeno); c) ATA11 K21 7 (s. cretácico).

En cinco de estos núcleos se puede observar algunos de los caracteres técnicos del método Levallois definidos por Böeda (1994; 1990). Así, la concepción volumétrica del núcleo está estructurada a partir de dos superficies de convexidad opuesta y la cara que actúa como superficie de lascado preferencial presenta las convexidades bilateral y próximo-distal. No

obstante, la preparación de estas convexidades es mínima, ya que generalmente aprovechan la propia morfología del soporte, ya sea de forma natural (Figura 4.67b) o la morfología obtenida con extracciones previas no predeterminantes (Figura 4.67a, Figura 4.68b). Por otro lado, también destaca la escasa preparación de los planos de percusión, aunque se ha podido documentar claramente en un caso (Figura 4.68a).

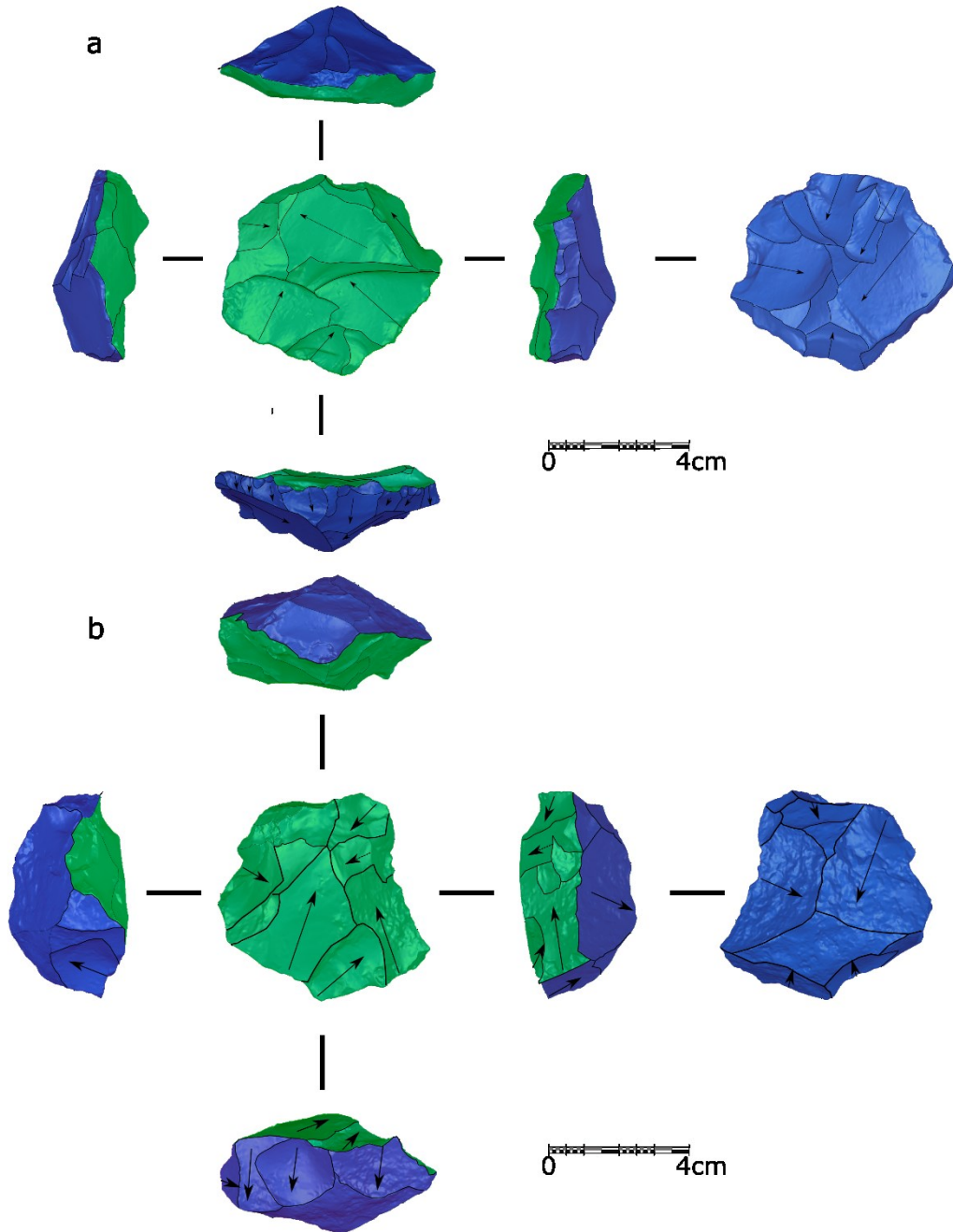


Figura 4.68. Núcleos asimétricos jerarquizados (cara plana preferencial) recuperados en TD10.2 a); ATA07 N22 49 (s. neógeno); b) ATA09 N20 479 (s. neógeno).

Núcleos multipolares trifaciales centrípetos (n = 2): hemos englobado en esta modalidad a aquellos núcleos que, a pesar de presentar tres superficies intervenidas, mantienen este carácter de dos superficies opuestas separadas por un plano de intersección, en los que al final de la secuencia se genera una tercera superficie en el plano transversal con el objetivo de obtener más productos. En estos casos, los núcleos son bastante espesos, resultado de ángulos semiabruptos entre las superficies, así como de una convexidad muy marcada de las mismas, lo que permite cambiar el plano de explotación del horizontal al sagital o transversal (Figura 4.69).

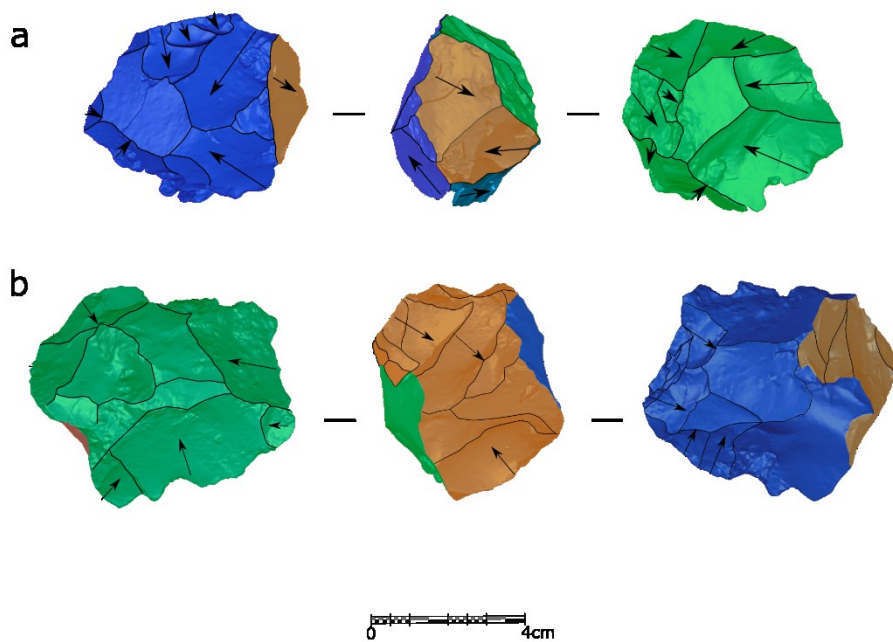


Figura 4.69. Núcleos multipolares trifaciales centrípetos recuperados en TD10.2: a) ATA09 L17 47 (s. neógeno); b) ATA10 M16 41 (s. neógeno).

Por último, los seis casos restantes se corresponden a núcleos bifaciales centrípetos, en los que, por su pobre estado de conservación, no es posible analizar completamente su superficie y, por tanto, no es posible la identificación de estos criterios de simetría y jerarquización.

VSE I (n = 8): este grupo está formado por los núcleos trifaciales/multifaciales ortogonales, de los cuales cinco están hechos sobre sílex neógeno y tres sobre sílex cretácico. Por lo general, son núcleos en los que se explotan múltiples superficies contiguas, manteniendo una disposición ortogonal entre las superficies de explotación y de percusión, aprovechando los negativos de extracciones previas como plataforma de percusión de las siguientes

extracciones, intercambiando el rol de cada superficie a lo largo de la secuencia. Es más frecuente que en estos núcleos cada superficie explotada presente series longitudinales, aunque también se ha documentado casos en los que los negativos presentan disposiciones opuestas u ortogonales. En general, las secuencias son relativamente cortas, y, tras una serie longitudinal en una superficie, se rota el núcleo y se explota una superficie contigua, ya sea aprovechando los negativos de extracciones previas o preparando la plataforma de percusión con extracciones muy marginales (Figura 4.70-Figura 4.71).

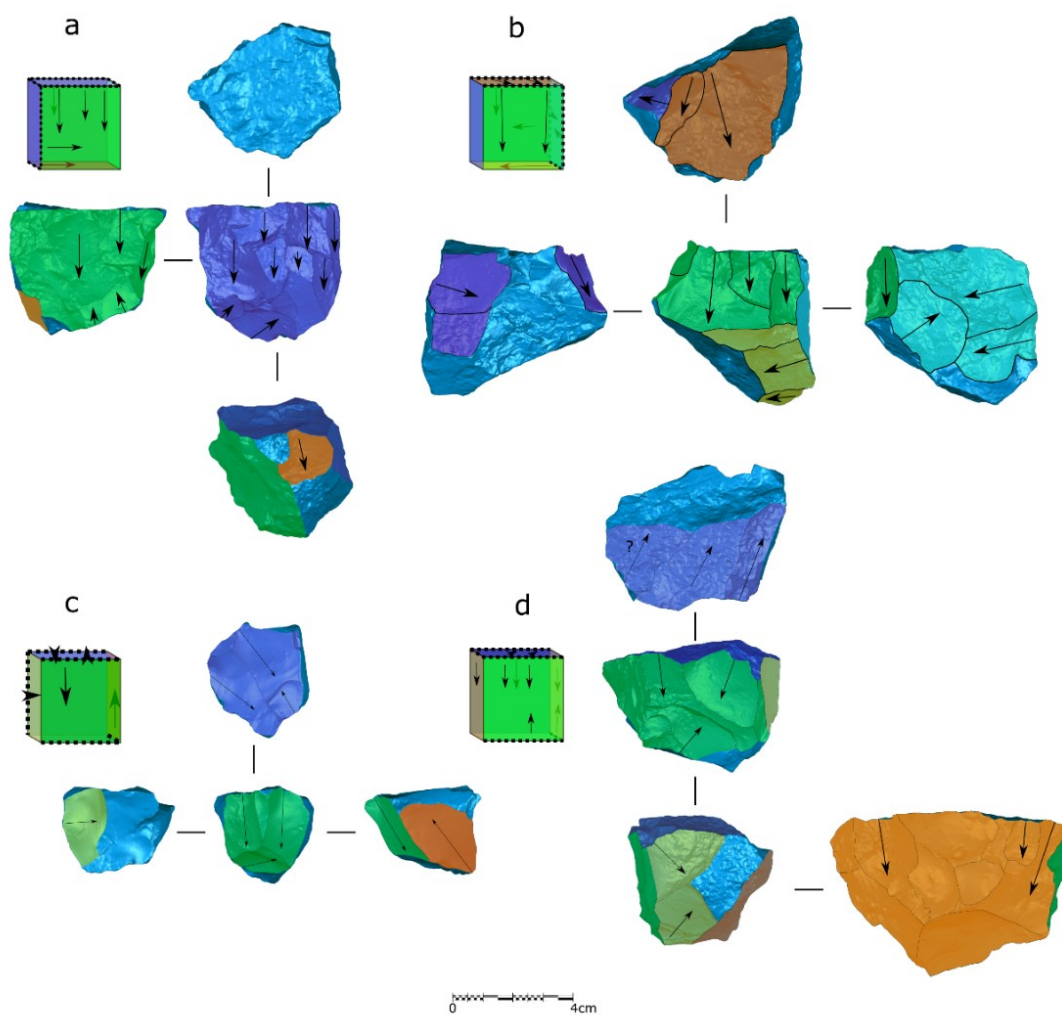


Figura 4.70. Tri/Multifaciales Multipolares (VSE I) recuperados en TD10.2: a) ATA07 N16 345 (s. neógeno); b) ATA08 N19 183 (s. cretácico); c) ATA11 K14 323 (s. cretácico); d) ATA10 L16 239 (s. neógeno).

Otros: en 4 núcleos no han podido identificarse las estrategias de talla empleadas, por lo que no es posible su adscripción a ninguna VSE.

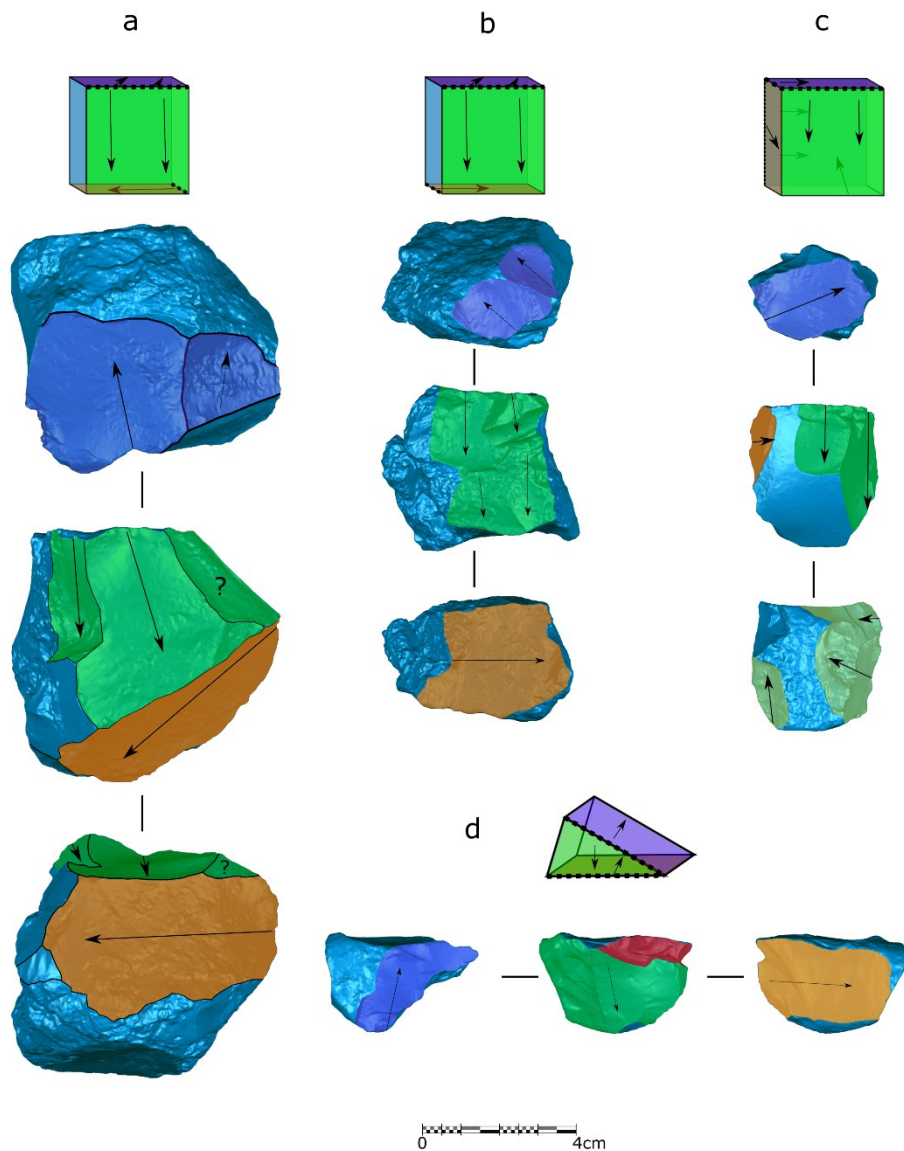


Figura 4.71. Tri/Multifaciales Multipolares (VSE 1) recuperados en TD10.2: a) ATA10 N21 481 (s. neógeno); b) ATA09 N18 180 (s. neógeno); c) ATA06 M11 17 (s. neógeno); d) ATA06 M16 41 (s. cretácico).

En 5 casos, se ha podido documentar la reutilización de núcleos realizados en sílex cretácico y sílex neógeno para su posterior configuración (Figura 4.61d y Figura 4.71d). En estos casos, las superficies no presentan diferentes pátinas, lo que podría indicar un corto lapso temporal entre los dos eventos, por lo que, en lugar de eventos de reciclaje en sentido estricto, podrían tratarse de reutilizaciones puntuales y oportunistas dentro del mismo contexto de ocupación.

BNIGC: Únicamente se han recuperado 3 configurados realizados sobre canto, uno sobre caliza y dos sobre arenisca. El primero es un canto tallado de caliza (chopper), en el que se configura un filo distal sinuoso con dos únicas extracciones (Figura 4.72a).

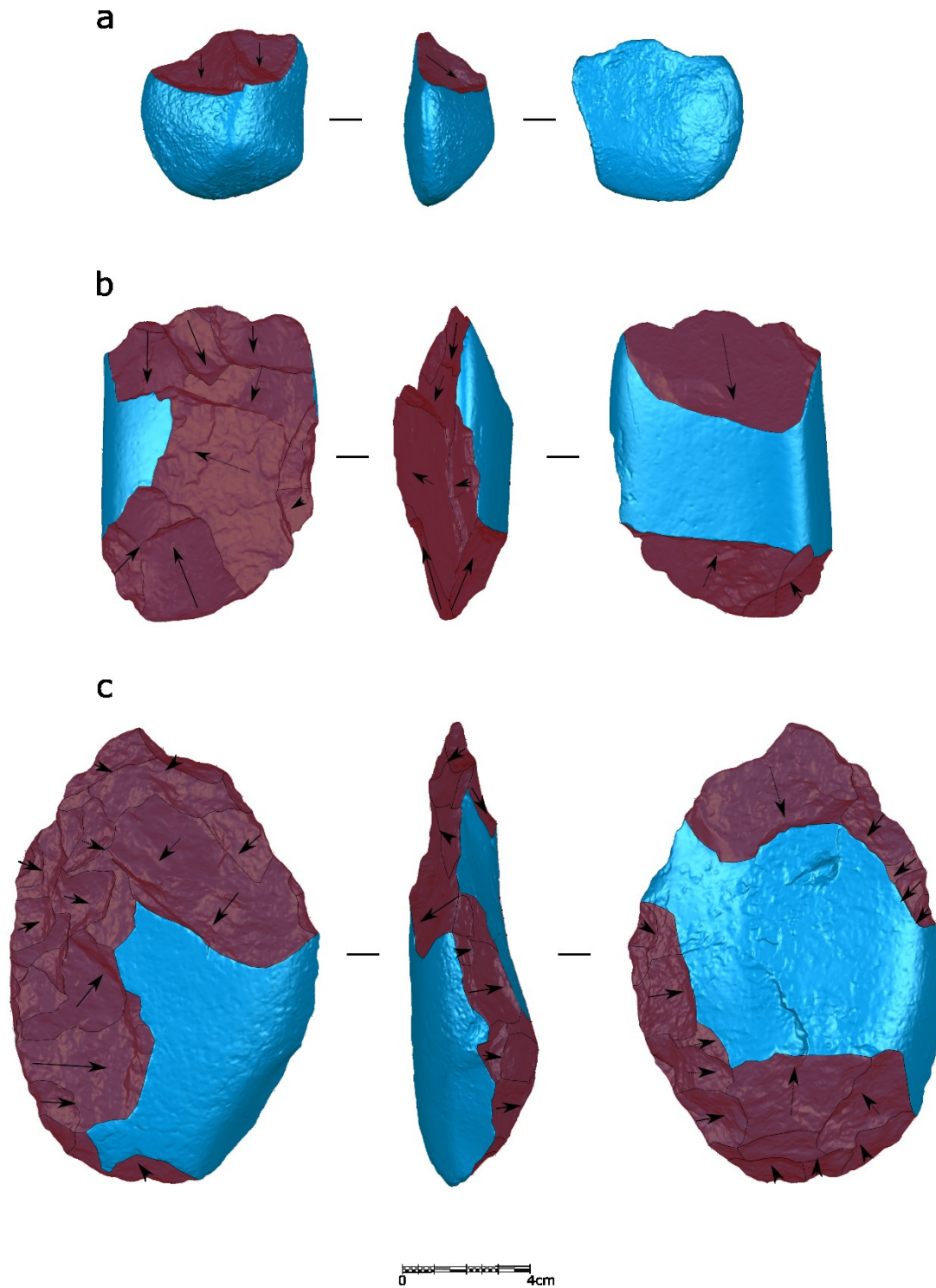


Figura 4.72. BNIGC recuperadas en TD10.2: a) ATA08 N21 280 (caliza); b) ATA11 N19 409 (arenisca); c) ATA11 J21 22 (arenisca).

También se ha recuperado un bifaz de arenisca, que presenta una única generación de extracciones semiplanas en las dos caras del soporte, que afectan a la mitad del perímetro. Pese al carácter profundo de los levantamientos, tanto con respecto al filo como a la superficie, el retoque no tiene continuidad a lo largo del filo, conservando remanencias de córtex en los laterales, en la base y en la zona central de ambas caras, lo que permite inferir que han seleccionado un canto muy plano como soporte (Figura 4.72c).

Con respecto al último configurado sobre canto, se trata de una preforma. En este caso presenta dos generaciones de levantamientos sobre las dos caras del soporte; la primera generación consiste en una serie de levantamientos muy profundos que se reflejan en ambos extremos del soporte, generando “*steps*” muy marcados; en cambio, los levantamientos de la segunda generación son marginales. La configuración afecta a 3C del perímetro, pese a lo que también se conserva buena parte de superficie cortical que permite inferir el escaso espesor del soporte original. Por último, en uno de los laterales corticales se pueden identificar impactos de percusión (Figura 4.72b).

Existe un claro predominio de la VSE H, ya que corresponde al 45.3% del conjunto (53.7% si excluimos el grupo de fase inicial de explotación). Dentro de esta estructura, hay una mayor abundancia de núcleos cuyas superficies presentan una clara jerarquización ($n = 14$, 48.3%), frente a los que no la presentan ($n = 9$, 31%). Del mismo modo, predominan los núcleos cuyas superficies intervenidas muestran una marcada asimetría entre sí ($n = 17$, 57.1%), estando los núcleos simétricos menos representados ($n = 6$, 20.7%). El porcentaje restante se corresponde con núcleos donde no es posible analizar estos caracteres de simetría y jerarquización por su estado de conservación.

Teniendo en cuenta ambos criterios de forma conjunta, se observa un cierto equilibrio entre las distintas modalidades identificadas. Así, los núcleos jerarquizados y asimétricos con la superficie de explotación en la cara más convexa suponen el 24.1% del total, en cambio, en los núcleos cuya superficie de explotación preferencial se localiza en la cara más plana suponen el 27.6%. Los núcleos simétricos no jerarquizados representan el 13.8% del total, mientras que los asimétricos no jerarquizados son minoritarios dentro del conjunto (6.9%), junto con aquellos que presentan una tercera superficie de explotación.

La VSE A-B inicial es el segundo grupo más representado dentro de este conjunto (15.6%), seguido de la VSE I (12.5%), mientras que el porcentaje restante se reparte entre las VSE D (6.25%), VSE A (4.7%), VSE C (3.1%), VSE F (3.1%) y otros (6.25%).

La frecuencia de estas estructuras volumétricas en función de la materia prima muestra una cierta aplicación de estrategias de talla diferencial. A pesar de que tanto en el sílex neógeno como en el cretácico predomina la VSE H, en el primer caso hay una mayor abundancia de la

VSE A-B inicial y de la VSE D, que contrasta con la ausencia de las VSE A, B y C. En cambio, en el sílex cretácico no se ha documentado la VSE D, pero sí las VSE A, B, C. Por último, en ambas variedades de sílex la VSE F tiene una presencia muy secundaria, mientras que la VSE I se encuentra bien representada (Tabla 4.30).

	A-B INICIAL	A	B	C	D	F	H	I	OTROS	TOTAL
CUARCITA	1 (50%)	1 (50%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)	- (0%)	2 (100%)
SÍLEX CRETÁCICO	2 (10%)	2 (10%)	1 (5%)	2 (10%)	- (0%)	1 (5%)	7 (35%)	3 (15%)	2 (10%)	20 (100%)
SÍLEX NEÓGENO	7 (16.66%)	- (0%)	1 (2.38%)	- (0%)	4 (9.52%)	1 (2.38%)	22 (52.38%)	5 (11.9%)	2 (4.76%)	42 (100%)
TOTAL	10 (15.63%)	3 (4.69%)	2 (3.12%)	2 (3.12%)	4 (6.25%)	2 (3.12%)	29 (45.31%)	8 (12.50%)	4 (6.25%)	64 (100%)

Tabla 4.30. Subunidad TD10.2. Frecuencia de VSE por materia prima.

Al analizar la frecuencia de las VSE en función de la categoría estructural, observamos que también existe una mayor frecuencia de la VSE H en ambas categorías, aunque con ligeras diferencias con respecto a las otras estructuras. Así, mientras que en las BN1GE están mejor representadas las VSE A, B, e I, en las BN2GE son las VSE A-B inicial y la VSE D, las que tienen una mayor representación.

Si atendemos a la distribución del tamaño en función de las estructuras volumétricas, observamos que la VSE I presenta un mayor volumen remanente, lo que puede explicarse por el uso mayoritario de nódulos como soporte y además podría estar indicando que estas estrategias multipolares trifaciales/multifaciales no se correspondan necesariamente a una fase final de la secuencia de reducción o a un aprovechamiento más intenso de las matrices. En los unifaciales destaca el uso de caras anchas como superficie de explotación en soportes de mayores dimensiones (VSE B), que contrasta con el bajo volumen remanente de los unipolares longitudinales sobre cara estrecha (VSE A). Del mismo modo, en el grupo de los núcleos en estadio inicial de explotación destaca un único caso que presenta un volumen remanente muy elevado, mientras que todos los demás núcleos presentan volúmenes muy reducidos, lo que refuerza la idea del aprovechamiento puntual para estos soportes más pequeños.

La VSE H presenta una gran variabilidad interna en lo que se refiere a tamaño, y, dada la importancia de esta estructura dentro del conjunto, merece una mayor atención. Si separamos los resultados en función de los distintos subgrupos anteriormente mencionados, observamos cómo los núcleos jerarquizados asimétricos con la cara plana como superficie preferente presentan unas dimensiones más reducidas, tanto en los núcleos que pueden corresponderse con el método Levallois como en los que no. En cambio, cuando es la cara convexa la superficie de explotación preferente, el volumen remanente es mayor, siendo especialmente

llamativo un núcleo de grandes dimensiones que incluso podría relacionarse con una preforma de un gran instrumento. Por último, los núcleos bifaciales simétricos no jerarquizados presentan una gran variabilidad de volúmenes remanentes.

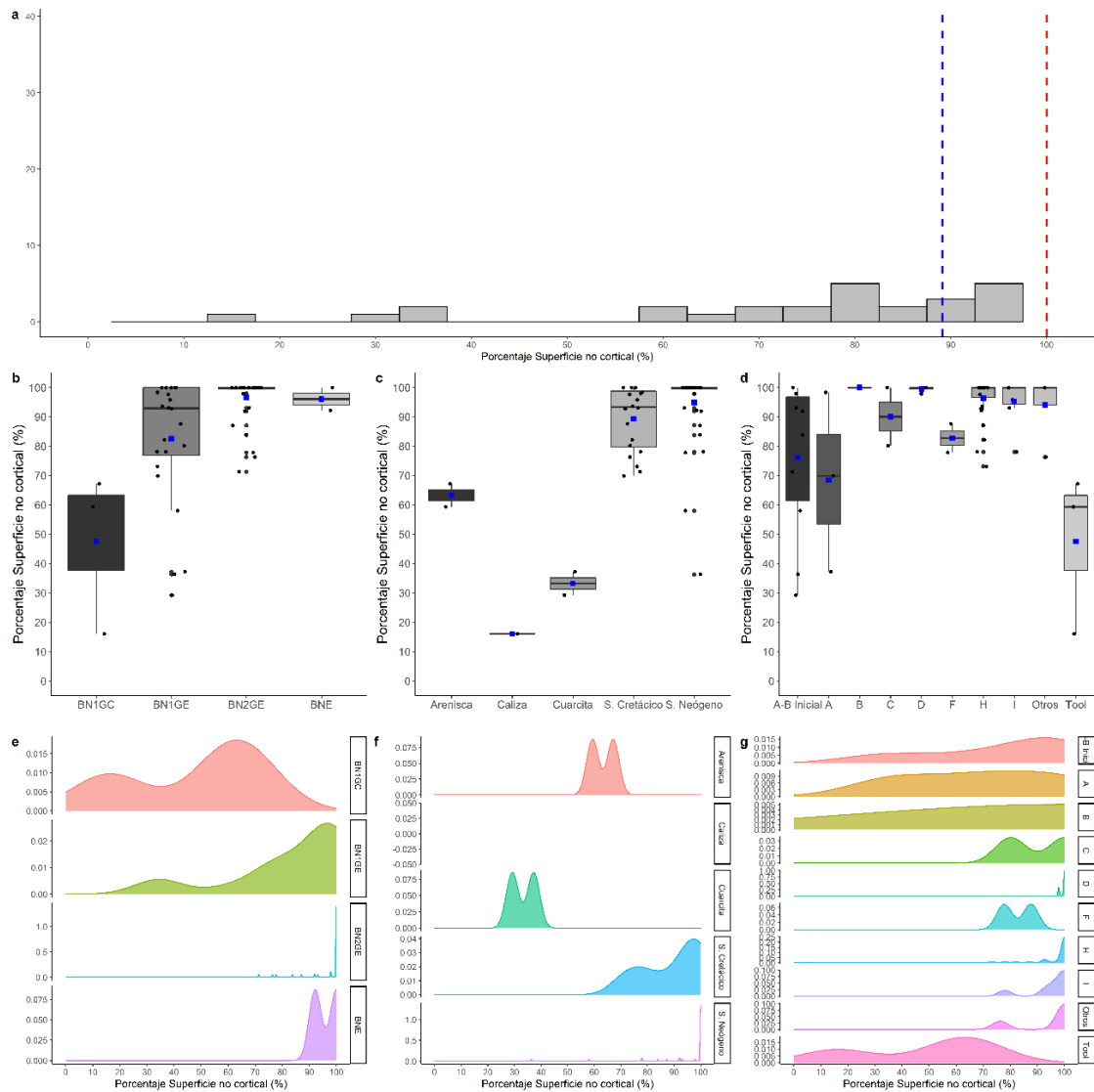


Figura 4.73. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto TD10.2. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

Por otro lado, los núcleos de sílex neógeno presentan porcentajes muy elevados de superficie no cortical, llegando a la totalidad en un 71.4% de los casos. Esto es debido especialmente al uso de lascas como soporte. En cambio, el sílex cretácico, pese a corresponderse en su mayoría a nódulos, presenta una media de porcentaje de superficie no cortical muy elevada (89%), que contrasta con el bajo porcentaje de superficie no cortical que presentan los materiales fluviales (Tabla S 8.158-Tabla S 8.160)

Sin embargo, el sílex cretácico presenta valores ligeramente superiores de SDI en comparación con el sílex neógeno (Figura 4.74). Estas diferencias no son estadísticamente significativas, lo que puede indicar que ambos grupos litológicos fueron explotados con una intensidad similar, pero mayor que en los materiales fluviales.

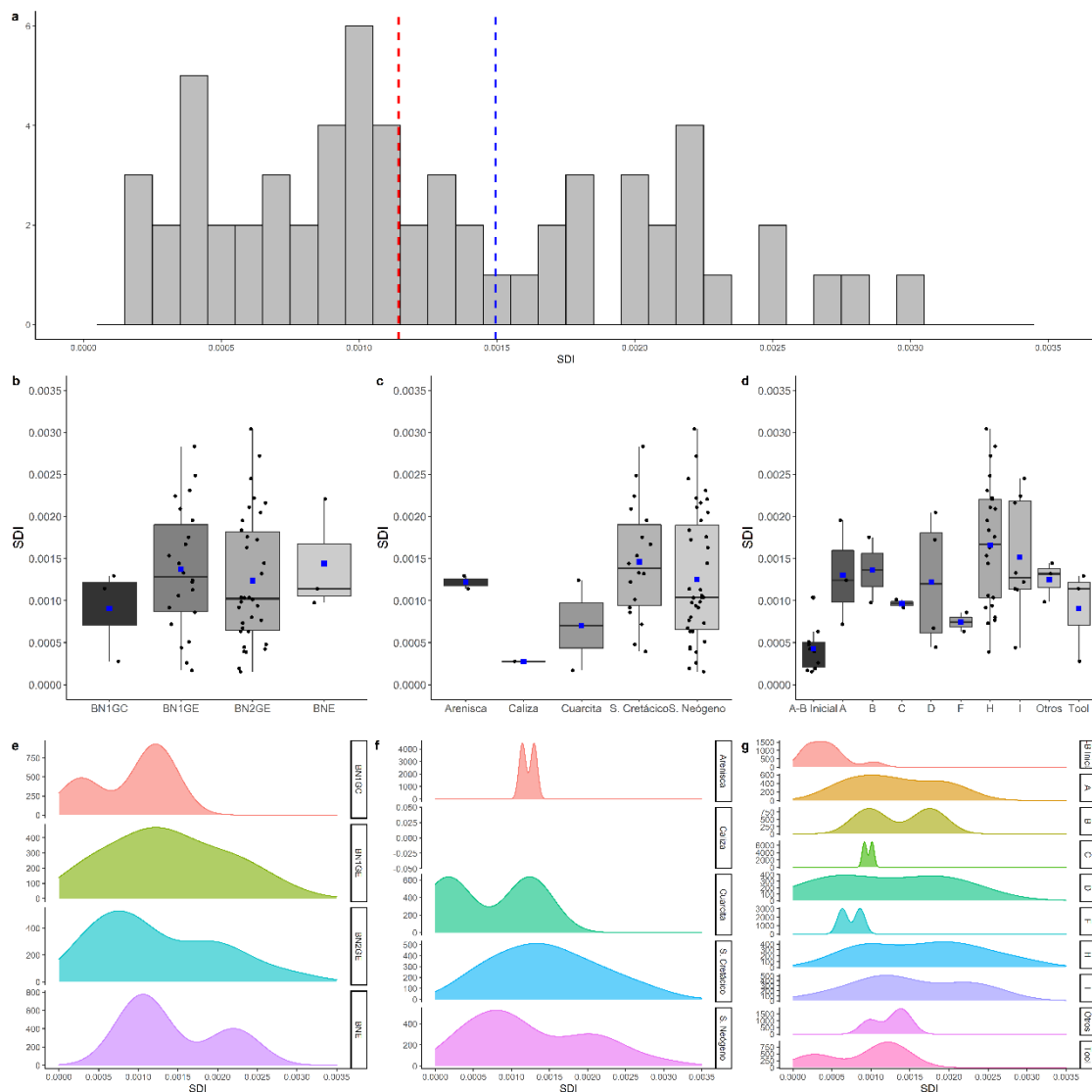


Figura 4.74. Scar Density Index (SDI) del conjunto TD10.2. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

Se produce una cierta similitud entre los valores obtenidos para los núcleos sobre canto y sobre lasca, en parte debido a la asociación del sílex neógeno con soportes lascas y del sílex cretácico con soportes nodulares, lo que indicaría que éstos presentan un mismo grado de reducción independientemente de la materia prima y del tipo de soporte (Tabla S 8.161-Tabla S 8.163).

Además, no hay grandes diferencias entre las distintas VSE, siendo, lógicamente, la estructura A-B inicial la VSE que muestra los valores más bajos del conjunto, mientras que las VSE H, D e I muestran los valores superiores. Estas diferencias únicamente son estadísticamente significativas entre el grupo A-B inicial y el resto de las estructuras.

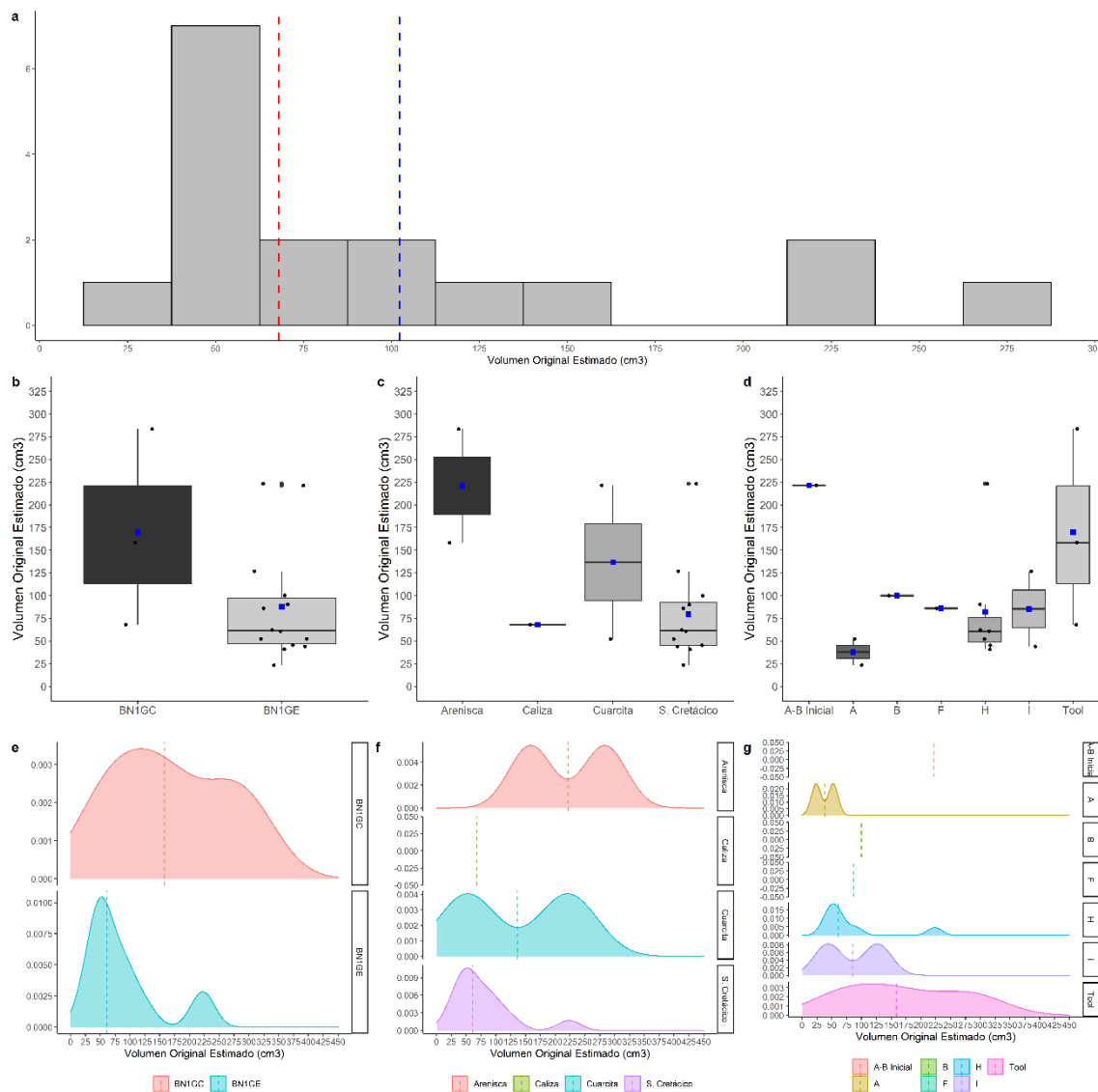


Figura 4.75. Volumen original estimado (cm^3) del conjunto TD10.2. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

En lo referente al volumen estimado, se puede observar que los soportes empleados para la configuración presentan por lo general un volumen original mayor que aquellos orientados a la explotación. No obstante, las diferencias más destacadas se encuentran al separar los resultados por materias primas. Así, el sílex cretácico presenta volúmenes originales estimados inferiores en comparación con la cuarcita. Por último, no existen grandes diferencias entre las

distintas estructuras volumétricas, con la excepción de una cuarcita de gran tamaño perteneciente a la VSE A-B inicial (Figura 4.75; Tabla S 8.167-Tabla S 8.169).

Los resultados del porcentaje de volumen extraído indican nuevamente ligeras diferencias en función de la categoría estructural, estando más reducidos los núcleos que los instrumentos sobre canto. Del mismo modo, el sílex cretácico presenta medias superiores en comparación con las litologías restantes, aunque es preciso tener en cuenta que a través de esta variable no podemos comparar los resultados con el sílex neógeno. Por último, todas las estructuras volumétricas de explotación oscilan entre el 50-70% de volumen extraído de media, con la excepción del grupo A-B inicial (Figura 4.76; Tabla S 8.170-Tabla S 8.172).

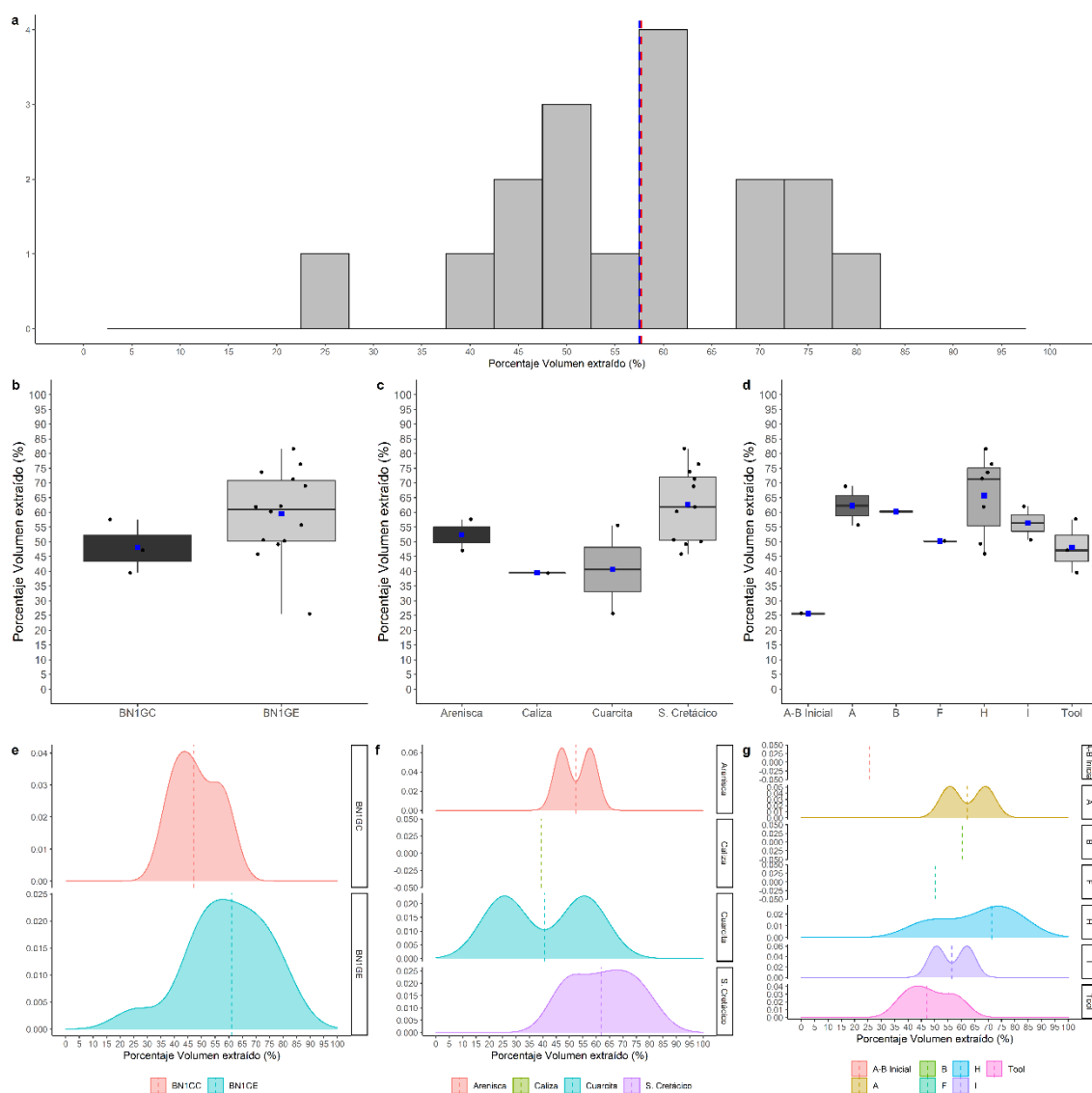


Figura 4.76. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto TD10.2. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

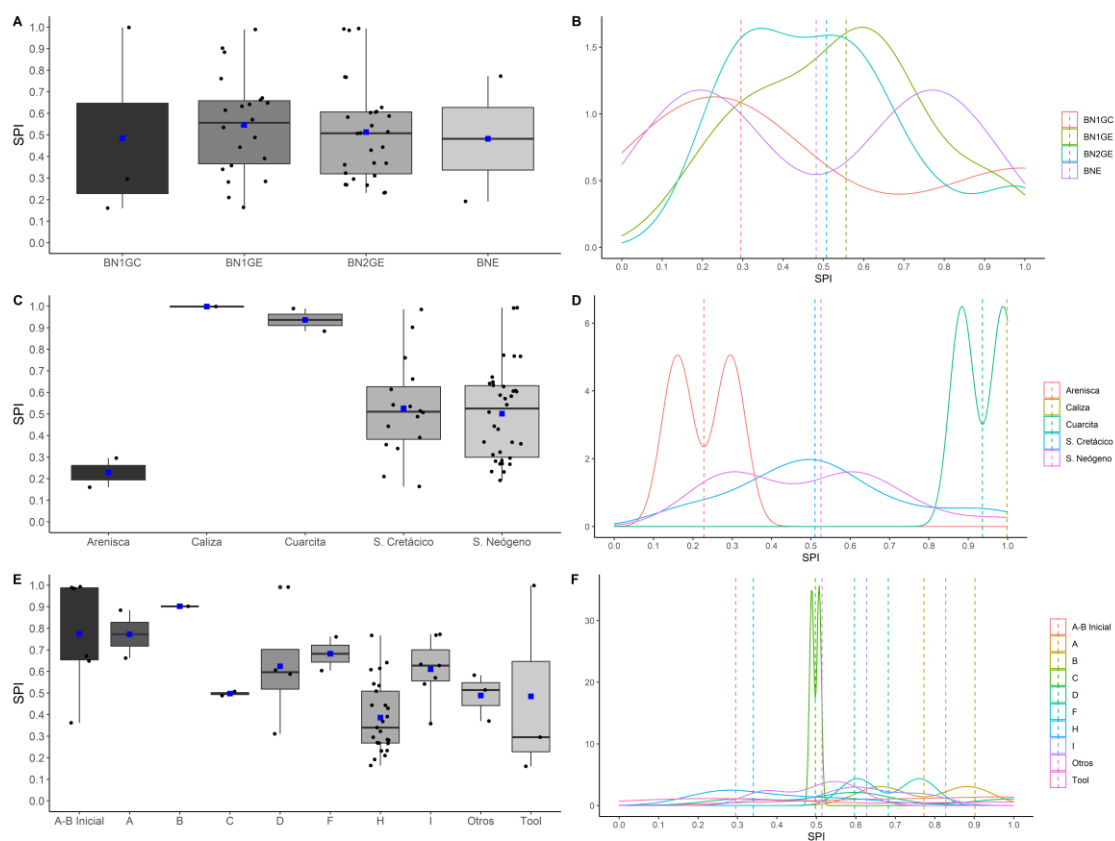


Figura 4.77. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto TD10.2. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.

Si separamos los resultados entre las distintas modalidades de las estrategias centrípetas, observamos que únicamente se dan diferencias estadísticamente significativas entre los núcleos asimétricos jerarquizados cuya cara convexa es la preferencial -que presentan un valor inferior para el SDI- y los núcleos asimétricos jerarquizados cuya cara plana es la preferencial, que presentan un mayor valor de SDI. No obstante, estas diferencias pueden ser debidas a una menor intensidad de reducción en la cara de preparación de los primeros, ya que presentan una media de 3.85 negativos, frente a los 7.4 negativos de media que presentan las superficies de preparación de los segundos, lo que puede explicarse en buena medida por el uso de superficies planas (generalmente caras ventrales) como plataformas de percusión que requieren de una menor adecuación o preparación. De hecho, el número de negativos en la superficie de explotación preferencial es mayor en los primeros, con una media de 7.71 negativos, frente a los 5.2 negativos del segundo grupo.

Esta intensidad de explotación diferencial en cada cara puede explicar la variabilidad que observamos al comparar los valores de SPI obtenidos individualmente por cada cara

intervenida (Figura 4.78). A pesar de que se produce un cierto solapamiento entre los distintos grupos, los asimétricos jerarquizados (cara convexa preferencial) presentan valores inferiores y una mayor variabilidad en la superficie de explotación preferencial (Cara A) (media = 0.57, SD = 0.23, CV = 40.32), especialmente si lo comparamos con los asimétricos jerarquizados (cara plana preferencial) (media = 0.77, SD = 0.11, CV = 15.38), lo que indica que en los núcleos cuya cara plana es la preferencial hay una mayor diversidad en la disposición de los negativos. En la cara de preparación (cara B) se produce la situación inversa. Los núcleos asimétricos jerarquizados (cara plana preferencial) muestran valores superiores y una menor variabilidad (media = 0.77, SD = 0.12, CV = 15.53), mientras que los asimétricos jerarquizados (cara convexa preferencial) muestran valores inferiores, pero más variables (media = 0.68, SD = 0.16, CV = 23.36) (Figura 4.79). Por lo tanto, independientemente de si el objetivo es obtener productos o preparar superficies de percusión, las caras más convexas de los núcleos bifaciales tienden a gestionarse de forma similar. Con respecto a los núcleos simétricos no jerarquizados, están en una situación intermedia entre ambos grupos.

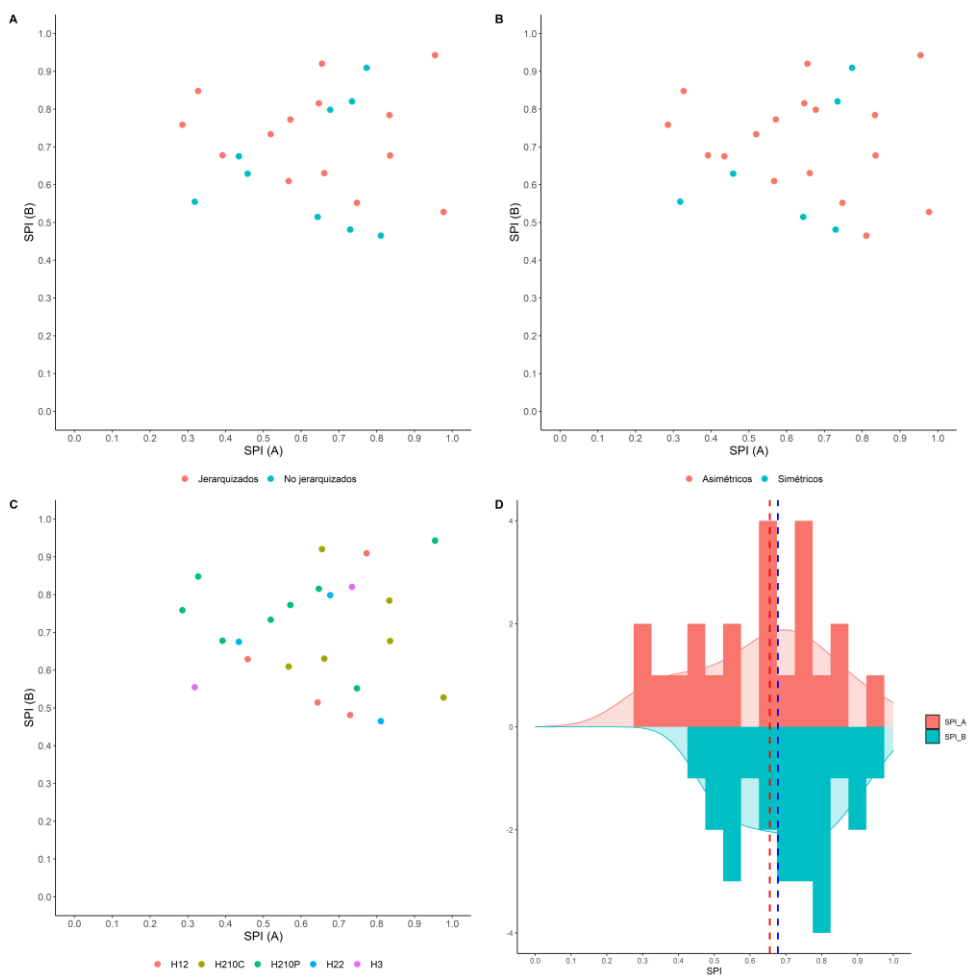


Figura 4.78. Scar Pattern Index por cada cara de los núcleos bifaciales centripetos de TD10.2. (VSE H). a) Scatter plot comparando jerarquizados y no jerarquizados d, b) Scatter plot comparando simétricos y asimétricos, c) Scatter plot comparando las distintas modalidades de la VSE H. d) Histograma.

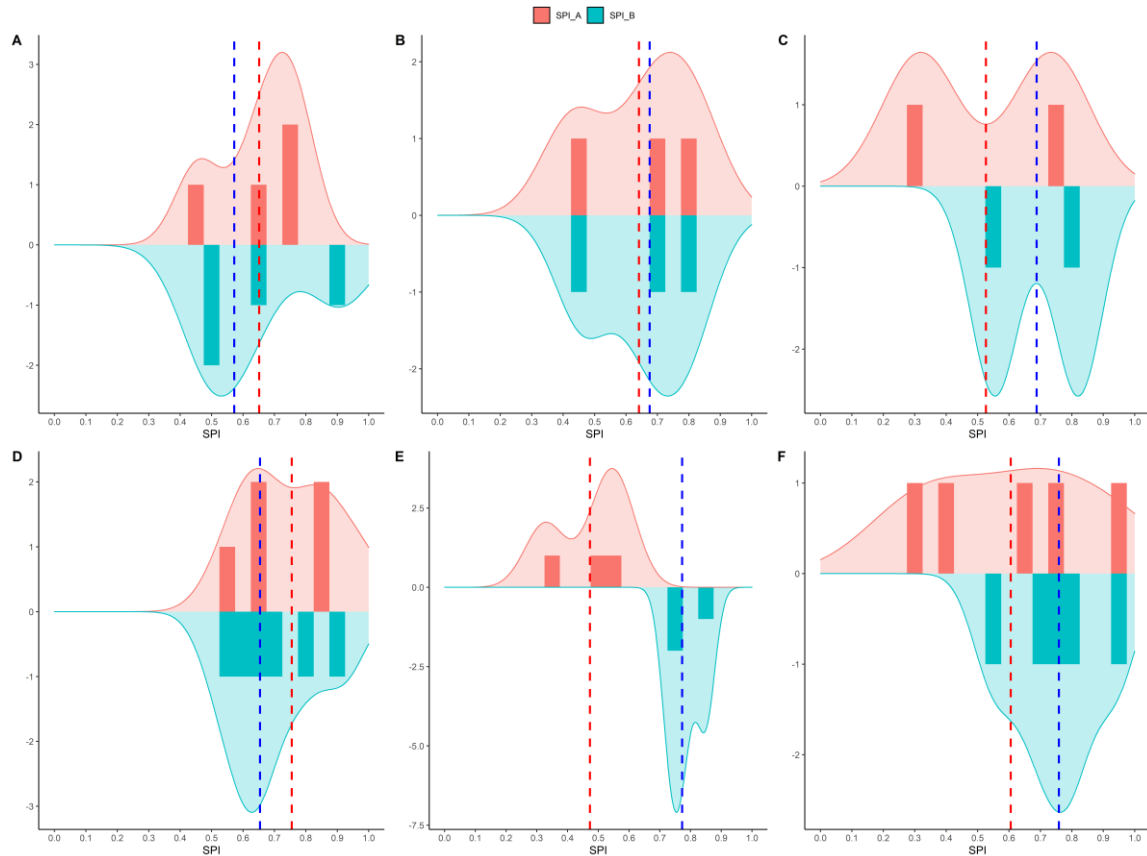


Figura 4.79. Histograma y línea de densidad del SPI por cada cara: a) Bifaciales centripetos simétricos no jerarquizados (H12), b) Bifaciales centripetos asimétricos no jerarquizados (H12), c) Trifaciales centripetos (H3), d) Bifaciales centripetos asimétricos jerarquizados – cara convexa preferencial (H210C), e) Bifaciales centripetos asimétricos jerarquizados – cara plana preferencial (H210P), f) Bifaciales centripetos asimétricos jerarquizados predeterminantes – cara plana preferencial (H211P). Las líneas de puntos roja y azul indican la mediana de la Cara A (preferencial) y de la Cara B respectivamente.

Existe una alta correlación entre los distintos indicadores del grado de reducción, tanto entre el porcentaje de volumen extraído y el SDI ($r = 0.85$, $r^2 = 0.71$, $p < 0.05$), y el porcentaje de superficie no cortical ($r = 0.67$, $r^2 = 0.45$, $p < 0.05$), como entre el SDI y el porcentaje de superficie no cortical ($r = 0.68$, $r^2 = 0.45$, $p < 0.05$) (Figura 4.80a). No obstante, esta correlación pierde peso si incluimos el sílex neógeno ($r = 0.28$, $r^2 = 0.08$, $p < 0.05$), lo que indica que el porcentaje de superficie no cortical pierde fuerza como indicador del grado de reducción en el caso del sílex neógeno (Figura 4.80b), probablemente por la gran cantidad de núcleos cuyas superficies son completamente no corticales.

De igual modo, a medida que avanza la reducción los valores del SPI descienden, como refleja la moderada correlación negativa entre porcentaje de volumen extraído y SPI ($r = -0.53$, $r^2 = 0.28$, $p < 0.05$), lo que indica que los valores próximos a 1, correspondientes a estrategias unipolares longitudinales, pierden peso en favor de otros patrones de orientación de levantamientos más complejos. Sin embargo, esta tendencia se atenúa al incorporar los datos del sílex neógeno, ya que la correlación entre el SDI y el SPI es inferior ($r = -0.40$, $r^2 = 0.16$, $p < 0.05$).

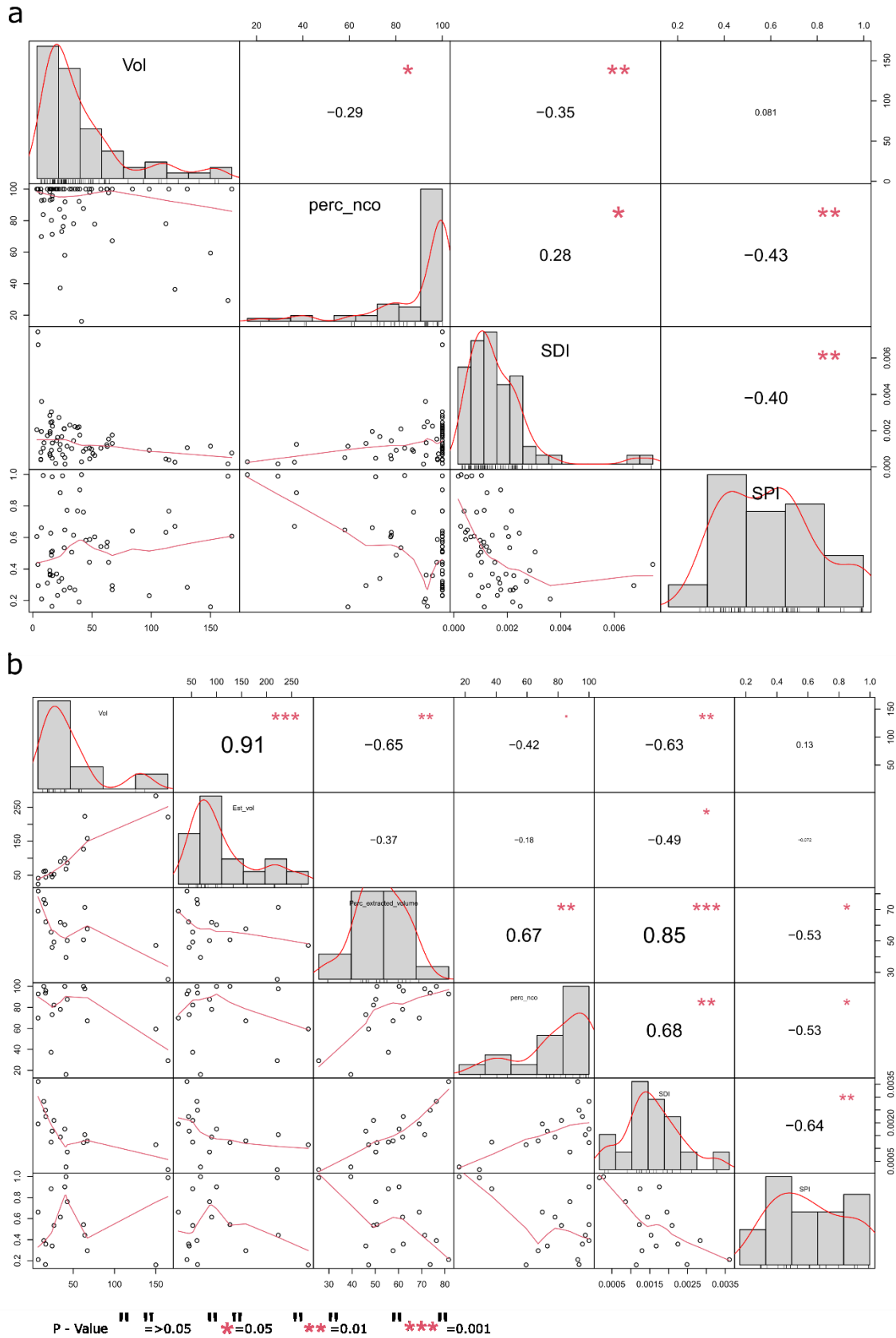


Figura 4.80. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto TD10.2. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.

Por último, ni el grado de agotamiento volumétrico ni el volumen original de los soportes parecen influir en los cambios en los patrones de orientación de los negativos, ya que la correlación es inexistente entre el SPI y el volumen remanente ($r = 0.08$, $r^2 = 0.00$, $p > 0.05$) ni con respecto al volumen original estimado ($r = -0.07$, $r^2 = 0.00$, $p > 0.05$), lo que indica una cierta independencia de las estrategias de talla aplicadas con respecto a las condiciones morfo-volumétricas de los núcleos.

4.2.3.4 *Gran Dolina TD10.2.2*

Únicamente se han recuperado cinco núcleos pertenecientes a este nivel, dos de ellos sobre bloque, dos sobre lasca, y uno que en realidad es un fragmento de núcleo en sílex cretácico. Tres de los núcleos se han realizado sobre sílex neógeno, mientras que el último está hecho sobre un canto de caliza. Con respecto a las BN1GC, únicamente se ha recuperado un gran instrumento sobre un bloque de sílex neógeno.

Además del reducido número de muestra, hay que tener en cuenta que dos de los núcleos presentan una extracción en sus superficies (VSE A - B inicial), por lo que aportan muy poca información a nivel tecnológico. Los otros dos núcleos analizables se corresponden a las VSE D y la VSE I, realizados sobre lasca y un fragmento de sílex neógeno, respectivamente. En el primer caso, la explotación se articula a lo largo del perímetro, estando las extracciones orientadas de forma centrípeta y ubicadas exclusivamente en la cara dorsal de la lasca-soporte. El último núcleo presenta tres superficies intervenidas, sobre las cuales se disponen las extracciones con una cierta tendencia ortogonal entre sí (Figura 4.81).

Con respecto a la BN1GC, se trata de un bifaz en el cual se configura un triedro distal destacado mediante una extracción oblicua. La configuración alterna del perímetro de ambas caras refuerza el triedro, al romper la delineación y continuidad de la arista original.

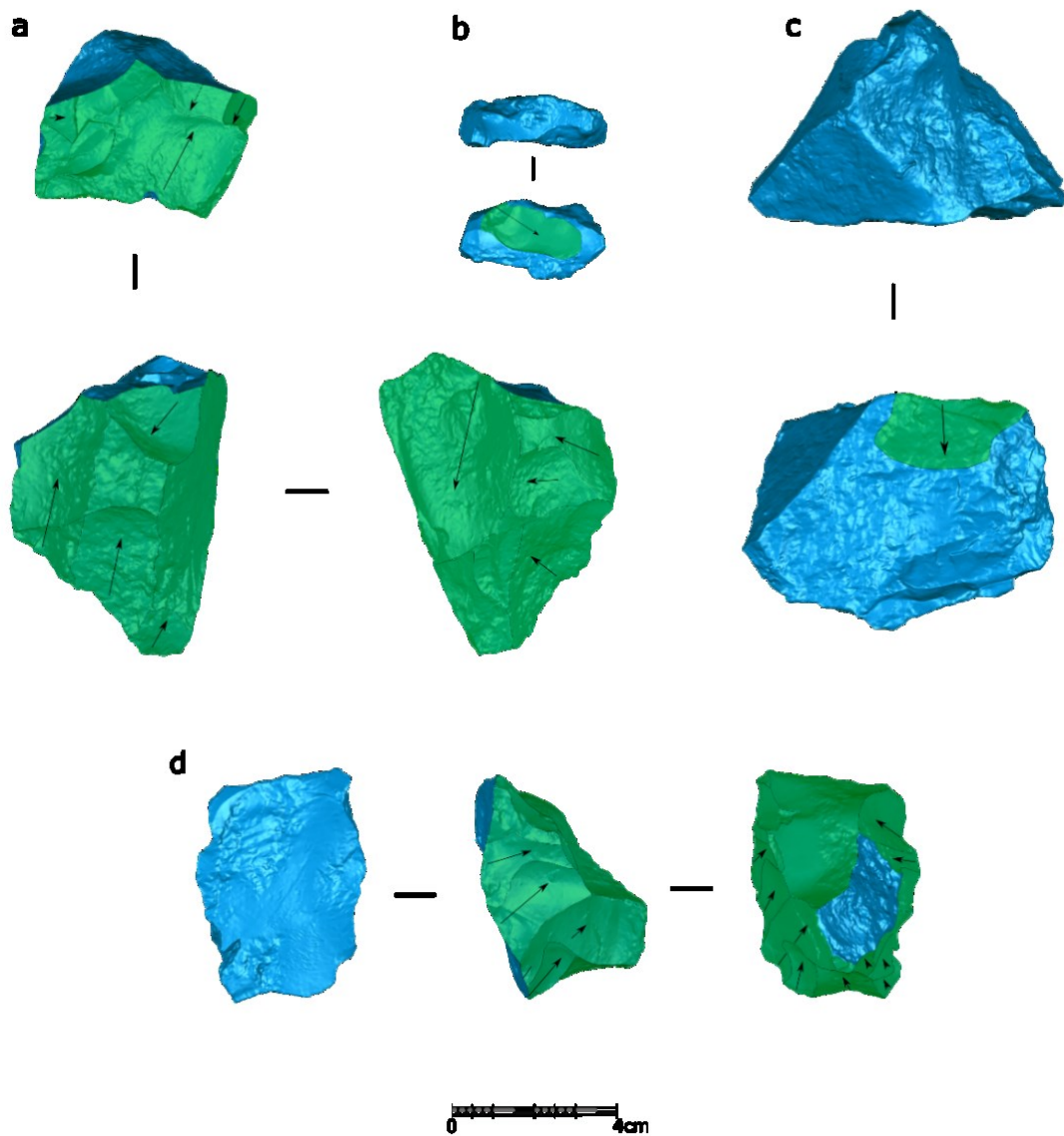


Figura 4.81. Núcleos recuperados en TD10.2.2.: a) ATA12 I20 77(s. neógeno), b) ATA13 M21 33 (s. neógeno), c) ATA12 K19 20 (caliza), d) ATA12 O22 4 (s. neógeno).

4.2.3.5 Gran Dolina TD10.1

En el nivel TD10.1 se han recuperado un total de 242 núcleos, que supone el 1.1% del conjunto (De Lombera et al., 2020). En este conjunto se produce un equilibrio entre el uso de nódulos y lascas como soportes, ya que 113 (46.7%) se corresponden a BN1GE, 113 a BN2GE (46.7%) y 16 (6.6%) a fragmentos de núcleos (FBNE)(Tabla 4.31).

Si atendemos a la distribución por materias primas, observamos un predominio de núcleos realizados en sílex neógeno, con un total de 130 ejemplares recuperados, lo que supone el 53.7% del total. De ellos, 50 (38.4%) son sobre nódulo y en 74 casos han empleado lascas como soporte (56.9%). La segunda materia prima más abundante es la cuarcita, con un total de 48 efectivos, de los cuales 24 (50%) son núcleos sobre canto y 22 (45.8%) son núcleos sobre lasca. Por otro lado, se han recuperado 35 núcleos de arenisca, de los cuales el 51.4% son núcleos sobre canto y el 34.2% son sobre lasca. Los núcleos de sílex cretácico suponen el 11.2% del conjunto, predominando los núcleos sobre nódulo (70.3%), frente a los núcleos sobre lasca (14.8%). Por último, únicamente se han recuperado dos núcleos realizados sobre cuarzo (0.8% del total), ambos realizados sobre canto (Tabla 4.31).

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	CUARZO	S. CRETÁCICO	S. NEÓGENO	SÍLEX	TOTAL
BN1GE	18 (15.92%)	-	24 (21.23%)	2 (1.77%)	19 (16.81%)	50 (44.24%)	-	113 (46.69%)
BN2GE	12 (10.61%)	-	22 (19.46%)	-	4 (3.53%)	74 (65.48%)	1 (0.88%)	113 (46.69%)
FBNE	5 (31.25%)	-	2 (12.5%)	-	4 (25%)	5 (31.25%)	-	16 (6.61%)
TOTAL	35	-	48	2	27	130	1	242
BNE	(14.46%)	-	(19.83%)	(0.82%)	(11.15%)	(53.71%)	(0.41%)	(100%)

Tabla 4.31. Subunidad TD10.1. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima.

Con respecto a los instrumentos sobre canto o nódulo, se han recuperado 14 efectivos, realizados sobre una gran variedad de materias primas como la arenisca, cuarcita, sílex neógeno, sílex cretácico y caliza (Tabla 4.32).

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	CUARZO	S. CRETÁCICO	S. NEÓGENO	SÍLEX	TOTAL
BN1G	-	1 (25%)	-	-	-	2 (50%)	1 (25%)	4 (28.57%)
BN1GC	5 (50%)	-	3 (30%)	-	1 (10%)	1 (10%)	-	10 (71.43%)
TOTAL	5 (35.71%)	1 (7.14%)	3 (21.42%)	-	1 (7.14%)	3 (21.42%)	1 (7.14%)	14 (100%)

Tabla 4.32. Subunidad TD10.1. Frecuencia de BN1GC y BN1G por materia prima.

Desde el punto de vista métrico, en el conjunto destacan siete núcleos que presentan unas dimensiones y volúmenes significativamente más grandes en comparación con la tónica general del conjunto (Figura 4.82), con unos volúmenes remanentes mayores a 200cm^3 . Estos *outliers*, que se corresponden en su mayoría a grandes bloques de sílex neógeno, se han tenido en cuenta en el análisis y comparación estadística. Sin embargo, para facilitar la lectura y visualización de los gráficos relativos al volumen remanente y a las dimensiones, se han eliminado de los mismos.

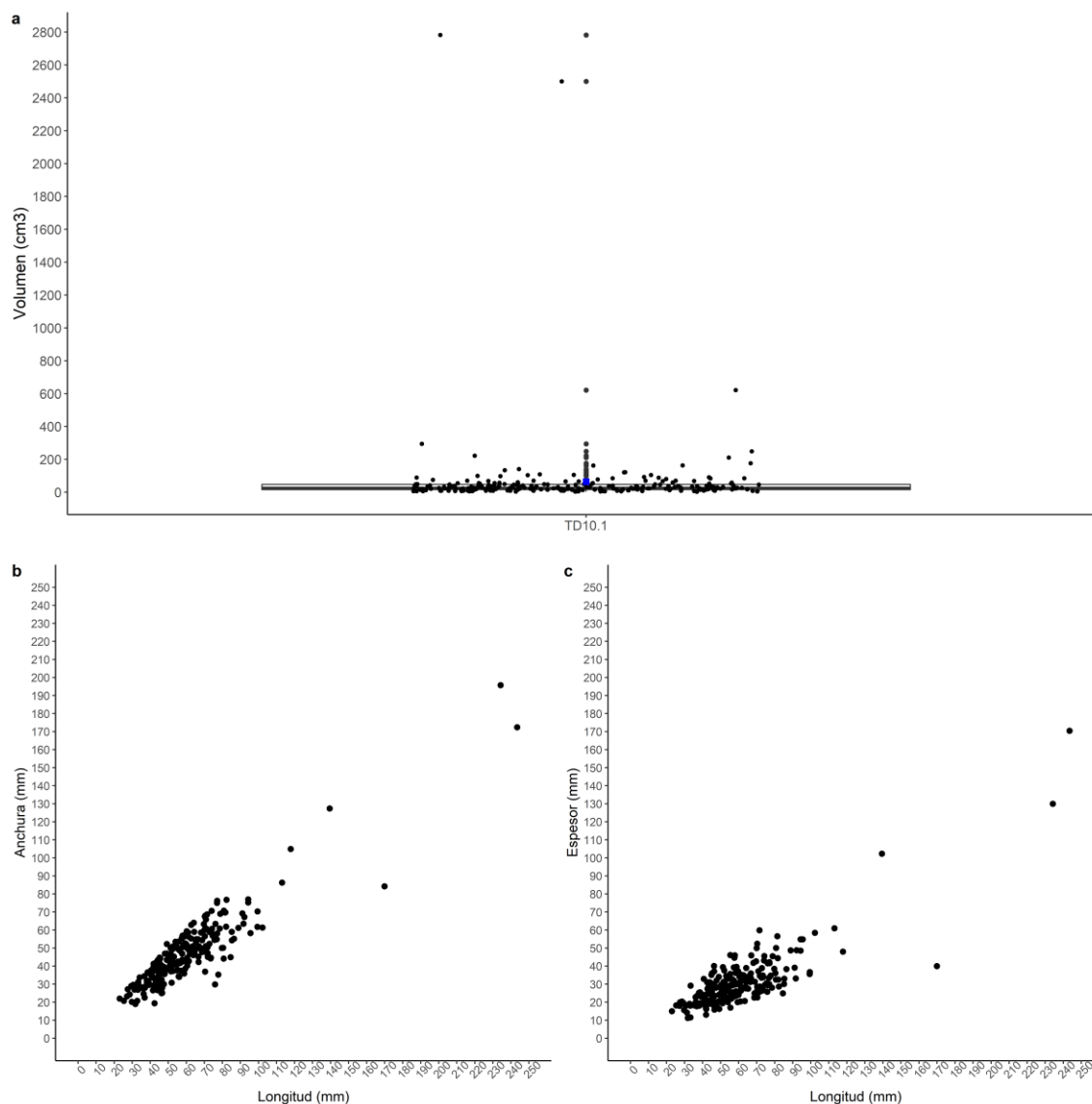


Figura 4.82. a) Volumen remanente (cm³), b) Longitud y anchura (mm), c) Longitud y espesor (mm) de las BNE y BNIGC recuperadas en TD10.1

A pesar de estos *outliers* en las BNIGE, no existen diferencias estadísticamente significativas en el volumen remanente de los núcleos en función del tipo de soporte, ni en la mediana (M-W > 0.05), ni en la distribución de los valores (K-S > 0.05). Los configurados sobre canto tienden a presentar de media volúmenes más elevados que los núcleos, independientemente del tipo de soporte de estos últimos. Sin embargo, estas diferencias sólo son estadísticamente

significativas con respecto a los núcleos sobre lasca (M-W = 0.04) (ver Tabla S 8.174-Tabla S 8.176).

Separando los resultados por materias primas, se puede observar que nuevamente se cumple la tendencia observada en los demás niveles de TD10: los núcleos de cuarzo y sílex cretácico presentan valores inferiores en comparación con los de sílex neógeno y, especialmente, con los realizados sobre arenisca y cuarcita. Estas diferencias son estadísticamente significativas entre los núcleos sobre sílex cretácico y las materias primas anteriormente citadas. Únicamente se han recuperado dos núcleos de cuarzo y de sílex indeterminado, por lo que no es posible evaluar las diferencias estadísticamente. Los núcleos de arenisca y cuarcita presentan similitudes tanto en los valores centrales como en la distribución (Figura 4.83; Tabla S 8.186-Tabla S 8.188).

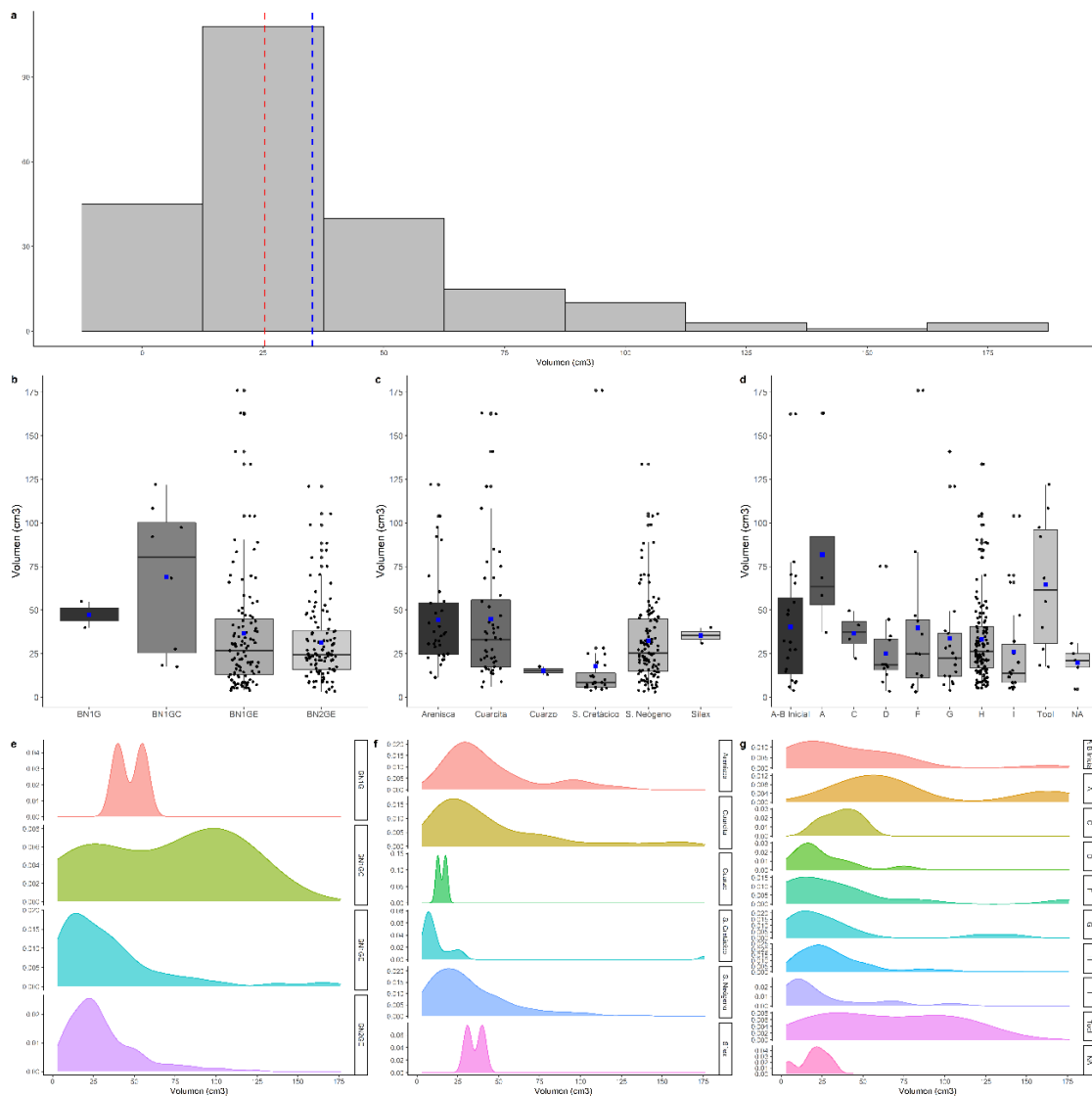


Figura 4.83. Volumen remanente (cm³) del conjunto TD10.1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

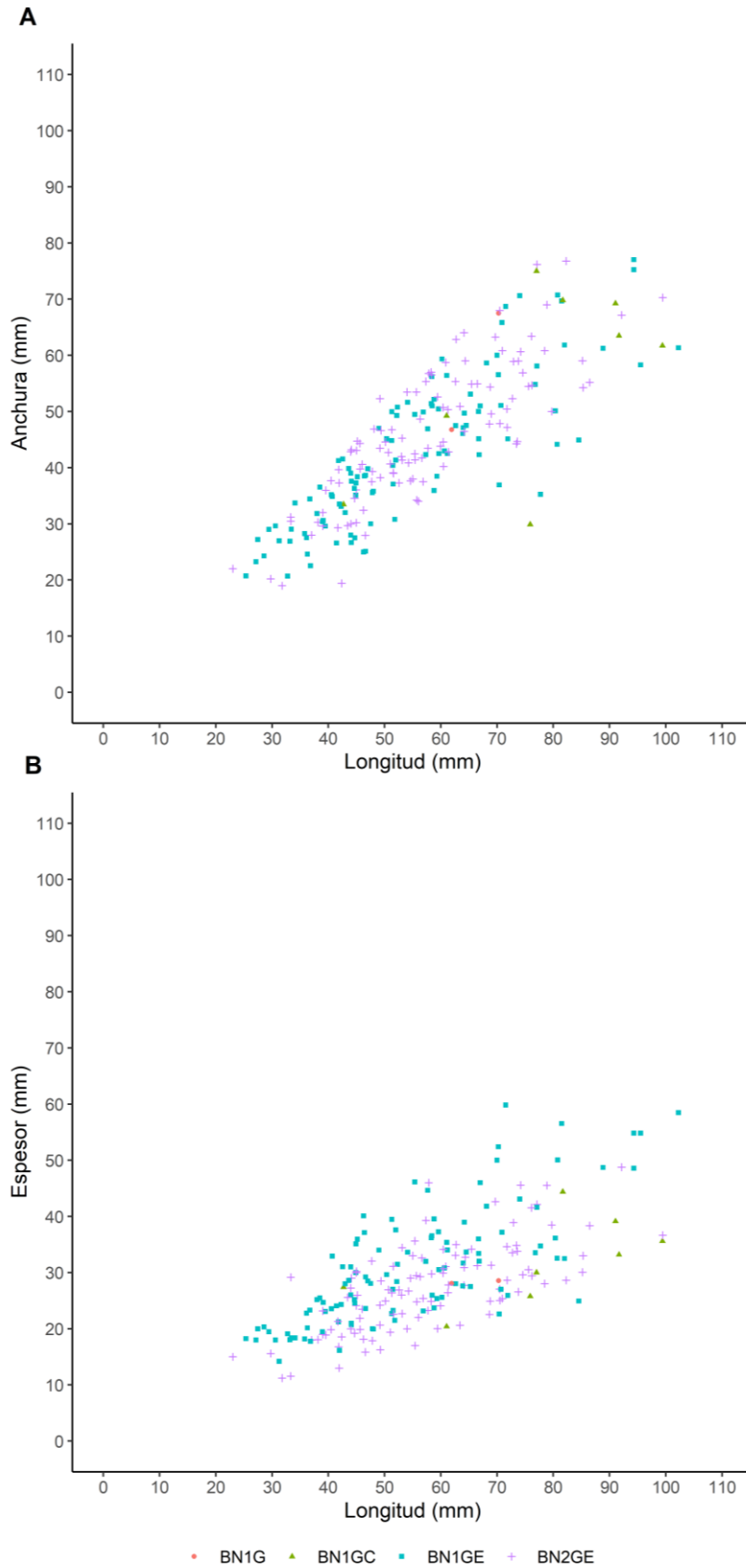


Figura 4.84. Subunidad TD10.1. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.

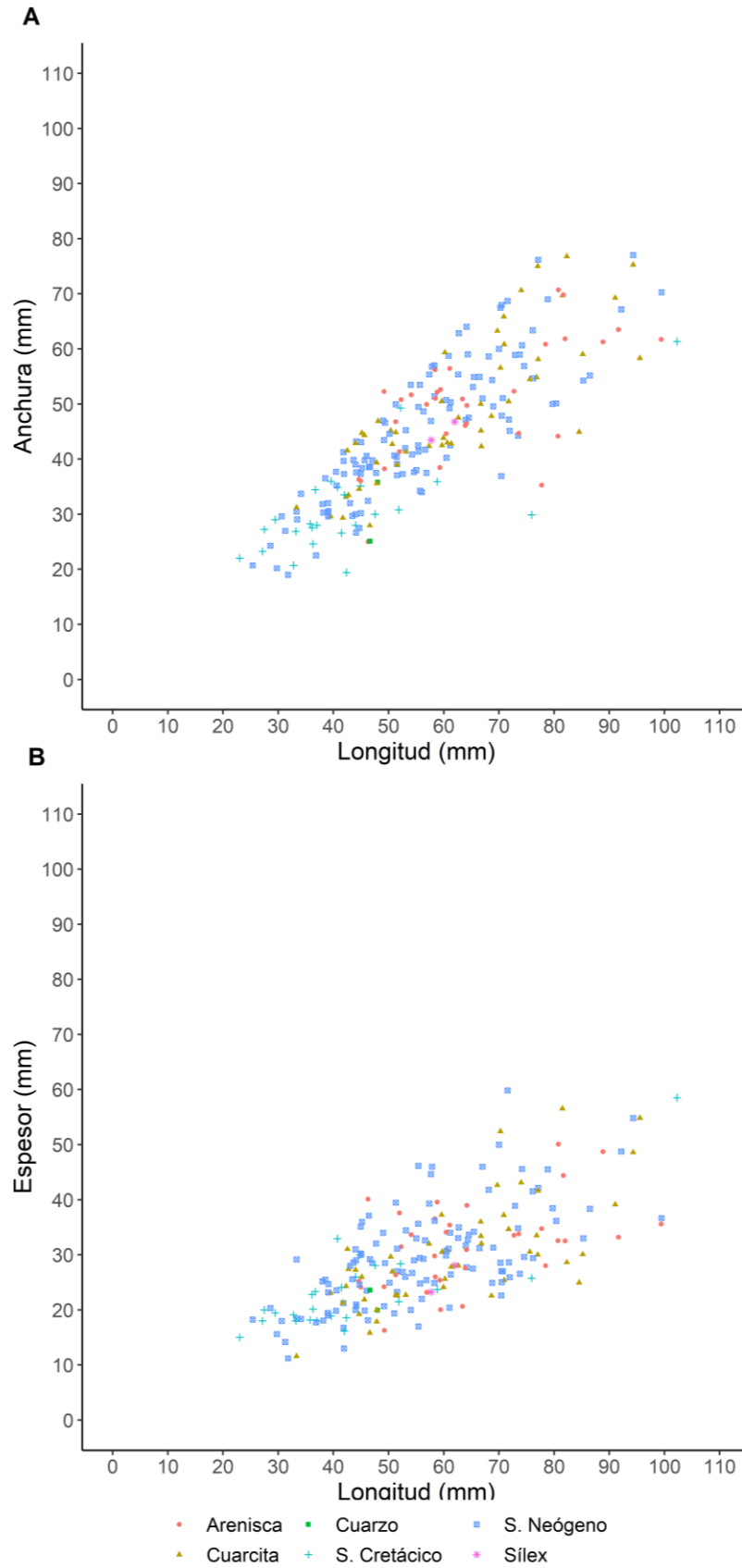


Figura 4.85. Subunidad TD10.1. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.

Por otro lado, no existen diferencias estadísticamente significativas en la longitud y anchura de los núcleos sobre nódulo y los núcleos sobre lasca. De hecho, a excepción de los valores extremos mencionados, las longitudes de buena parte del material se concentran entre 20 - 100mm, mientras que la anchura abarca un rango de entre 20 y 80 mm, lo que es indicativo de un grado de agotamiento volumétrico similar, independientemente del tipo de soporte (Figura 4.84). Estas diferencias sí son estadísticamente significativas en lo que respecta al espesor, siendo, lógicamente, menos espesos los núcleos sobre lasca, aunque se puede observar un alto grado de solapamiento entre las distintas categorías (Tabla S 8.177-Tabla S 8.185).

Una situación similar de solapamiento se produce al separar los resultados en función de las materias primas. En este caso, los núcleos sobre sílex cretácico presentan en general los valores inferiores, especialmente en comparación con los de arenisca y de cuarcita. En los núcleos de sílex neógeno se observa una mayor variabilidad, solapándose los valores inferiores con los valores más bajos de los núcleos de sílex cretácico y los valores superiores con los más elevados de los núcleos de cuarcita y arenisca (Figura 4.85;Tabla S 8.189-Tabla S 8.197).

Para el análisis tecnológico de los núcleos, se han descartado tanto los fragmentos de núcleo como aquellos en que, debido a su mal estado de preservación, no ha sido posible el análisis completo de su superficie. De este modo, de los 216 núcleos analizables, la gran mayoría presentan dos superficies intervenidas (78.7%). Los núcleos unifaciales suponen el 12.5% del total de núcleos, mientras que los trifaciales y multifaciales representan porcentajes inferiores al 5%. Estos porcentajes se mantienen al separar los resultados en función del tipo de soporte, ya que tanto los núcleos sobre canto/nódulo como los núcleos sobre lasca presentan porcentajes similares, con la salvedad de los multifaciales, presentes en los núcleos sobre canto/nódulo y ausentes en los núcleos sobre lasca (Tabla 4.33).

	UNIFACIAL	BIFACIAL	TRIFACIAL	MULTIFACIAL	TOTAL
BN1GE	13 (12.04%)	80 (74.07%)	6 (5.56%)	9 (8.33%)	108 (50%)
BN2GE	14 (12.96%)	90 (83.33%)	4 (3.70%)	0 (0%)	108 (50%)
TOTAL	27 (12.50%)	170 (78.70%)	10 (4.63%)	9 (4.17%)	216 (100%)

Tabla 4.33. Subunidad TD10.1. Frecuencia del número de superficies intervenidas en cada núcleo por categoría estructural.

Estas similitudes entre los núcleos en función del tipo de soporte se mantienen con respecto al número de plataformas de percusión, ya que en ambos grupos es más abundante el uso de múltiples plataformas, con valores por encima del 85%. En cambio, los bipolares, cuyo porcentaje oscila entre el 7-9% y los unipolares (entre el 4 y 5%) representan porcentajes minoritarios dentro del conjunto (Tabla 4.34).

	UNIPOLAR	BIPOLAR	MULTIPOLAR	TOTAL
BN1GE	6 (5.56%)	8 (7.41%)	94 (87.04%)	108 (50%)
BN2GE	5 (4.63%)	10 (9.26%)	93 (86.11%)	108 (50%)
TOTAL	11 (5.09%)	18 (8.33%)	93 (86.57%)	216 (100%)

Tabla 4.34. Subunidad TD10.1. Frecuencia del número de plataformas de percusión en cada núcleo por categoría estructural.

Al comparar la frecuencia de las estrategias de explotación, se puede observar que los núcleos multipolares centrípetos son los más abundantes, representando un 65.7%. Es más frecuente la explotación de dos superficies, ya que suponen el 90.1% de los núcleos que presentan estrategias centrípetas, mientras que el 8.45% corresponde a núcleos unificiales multipolares centrípetos y el 1.4% restante, a trifaciales. Las estrategias ortogonales están bien representadas dentro del conjunto, con un 19.4%, aplicadas tanto a núcleos unificiales, bifaciales, trifaciales y multifaciales. El resto de las estrategias (longitudinal, multidireccional, opuesto y otros) están escasamente representados (Tabla 4.35).

	CENTRÍPELO	LONGITUDINAL	MULTIDIRECCIONAL	OPUESTO	ORTOGONAL	OTROS	TOTAL
UNIFACIAL	12 (44.44%)	7 (37.04%)	-	1 (3.70%)	4 (14.81%)	-	27 (12.50%)
BIFACIAL	128 (75.29%)	2 (1.17%)	-	3 (1.76%)	23 (13.53%)	14 (8.24%)	170 (78.70%)
CONTIGUO	1 (6.66%)	-	-	-	11 (73.33%)	3 (20%)	15 (8.82%)
OPUESTO	127 (81.93%)	2 (1.29%)	-	3 (1.93%)	12 (7.74%)	11 (7.09%)	155 (91.18%)
TRIFACIAL	2 (20%)	-	-	-	8 (80%)	-	10 (4.63%)
MULTIFACIAL	-	-	2 (22.22%)	-	7 (77.78%)	-	9 (4.17%)
TOTAL	142 (65.74%)	9 (4.16%)	2 (0.93%)	4 (1.85%)	42 (19.44%)	17 (7.87%)	216 (100%)

Tabla 4.35. Relación entre la disposición de negativos y el número de superficies intervenidas en las BNE de TD10.1.

De este modo, las estructuras volumétricas de explotación que se han identificado en este nivel son:

VSE A-B Inicial: dentro de este grupo podemos distinguir tres variantes: núcleos que pueden vincularse a testeos de la materia prima; núcleos en fases iniciales de explotación; y aprovechamientos puntuales sobre matrices de muy pequeño formato.

Los aprovechamientos puntuales (n = 11) son núcleos que presentan series de explotación muy cortas (entre 1 y 3 levantamientos), realizadas sobre soportes con muy bajo potencial productivo debido a sus dimensiones pequeñas. En estos casos se emplean principalmente lascas como soporte (n = 10, 90.9%), tanto de sílex neógeno (n = 7), como de cuarcita (n = 3). En tres casos la explotación es unificial, ya sea sobre la cara ventral (n = 2) o la cara dorsal (n = 1). Con respecto a los bifaciales (n=7), se explota de forma preferente la cara ventral de los soportes (n = 5). Esta explotación posiblemente esté orientada a la obtención de lascas de tipo

Kombewa. En dos núcleos la cara dorsal presenta más levantamientos que abarcan una superficie mayor con respecto a la cara ventral. En el caso restante, se ha empleado un núcleo bifacial centrípeto como soporte, en el que, tras fragmentarse durante el proceso de explotación, se emplea esta fractura como plataforma de percusión para la extracción de una lasca.

En otros dos casos, podría tratarse de núcleos en fases de inicialización debido a que, a pesar de presentar escasos levantamientos, estos están más estructurados, registrando en ambos casos una serie de tres levantamientos alternantes.

Con respecto a los testeos ($n = 6$), predomina el uso de nódulos y cantos ($n = 4$) frente a lascas ($n = 2$). En estos casos, los núcleos también presentan extracciones aisladas en su superficie. No obstante, las dimensiones de estos soportes son muy superiores en comparación con los soportes de los aprovechamientos puntuales, e incluso suponen *outliers* dentro del conjunto de núcleos, por lo que presentan un mayor potencial productivo que no ha sido aprovechado.

VSE A: se han recuperado cuatro efectivos correspondientes a esta estructura, todos ellos sobre cantos de cuarcita (75%) o arenisca (25%), que presentan un único frente de explotación sin un desarrollo perimetral marcado a lo largo del núcleo, con un carácter centrípeto que oscila entre NC y 2C.

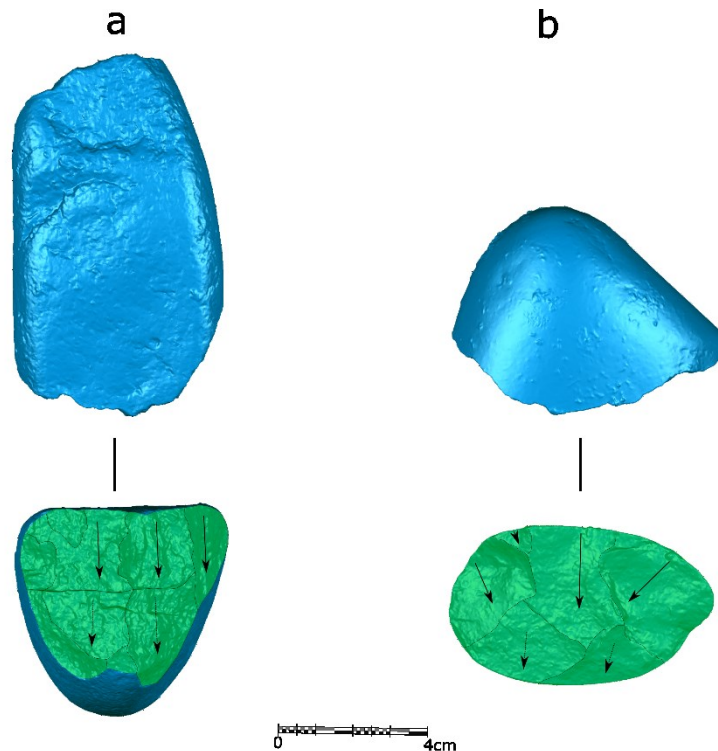


Figura 4.86. Núcleos adscritos a la VSE A recuperados en TD10.1: a) ATA04 J16 51 (cuarcita); b) ATA04 J22 13 (cuarcita).

En dos casos han empleado directamente superficies corticales como plataforma de percusión, mientras que, en los otros dos, la plataforma se prepara mediante dos extracciones. Los ángulos entre las superficies de percusión y de lascado son semi-abruptos y abruptos (Figura 4.86).

VSE C: sobre cantos de cuarcita (75%) y arenisca (25%). Tres de ellos presentan una disposición de los negativos de tipo ortogonal sobre una única superficie (VSE C1), mientras que en el caso restante las extracciones se organizan de forma opuesta entre sí. Los núcleos presentan una mayor variabilidad de ángulos entre las superficies de percusión y lascado, presentando desde ángulos semiplanos hasta abruptos (Figura 4.87).

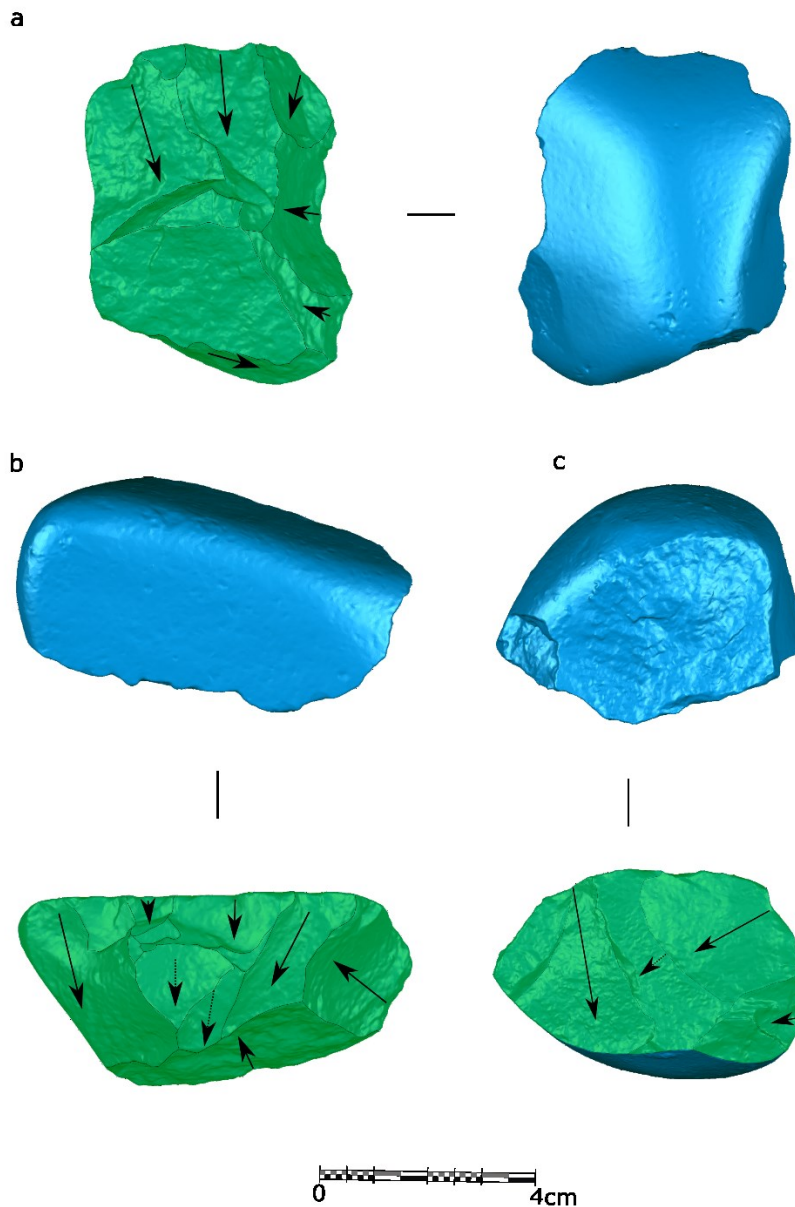


Figura 4.87. Núcleos adscritos a la VSE C recuperados en TD10.1: a) ATA02 J18 57 (cuarcita); b) ATA01 J21 58 (arenisca); c) ATA04 O21 128 (cuarcita).

VSE D: esta estructura está documentada en una amplia variedad de materias primas, aunque predomina el uso de lascas de cuarcita y sílex neógeno como soporte ($n = 9$), frente a los núcleos sobre nódulo ($n = 3$). Los núcleos de esta estructura presentan una única superficie ancha sobre la cual las extracciones se disponen de forma centrípeta, cuyo carácter varía desde 2C hasta cubrir la totalidad del perímetro (4C) en los más desarrollados. En los núcleos sobre lasca, predomina la explotación de la cara dorsal ($n = 6$), frente a la cara ventral ($n = 3$) (Figura 4.88).

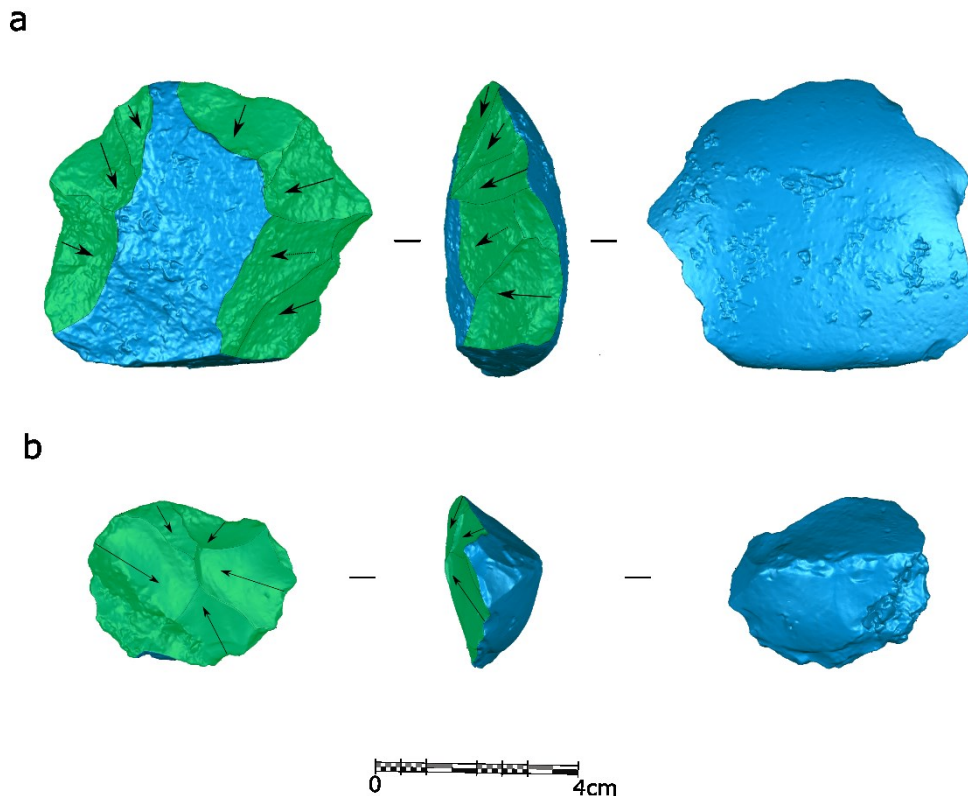


Figura 4.88. Núcleos adscritos a la VSE D recuperados en TD10.1: a) ATA04 N19 9 (cuarcita); b) ATA04 N21 237 (s. neógeno).

VSE F: se han recuperado 12 núcleos en los que se han identificado algunas variantes. Lo más frecuente es la explotación de dos superficies contiguas con una relación angular cercana a los 90° , y en las que las extracciones se disponen de forma unipolar longitudinal sobre las dos superficies (VSE F1), dando un carácter ortogonal a la explotación. Los negativos de las extracciones producidas en una cara actúan posteriormente como plataforma de percusión para la explotación de la siguiente cara. En la mitad los casos, la intervención de una de las caras está orientada a la preparación de los planos de percusión, produciéndose una jerarquización de las superficies intervenidas, gestionándose el núcleo de forma bifacial, mientras que la explotación propiamente dicha es unipolar longitudinal. En el 50% restante, ambas caras están orientadas a la explotación (Figura 4.89).

En dos casos se intervienen dos superficies opuestas (VSE F2), cuyas extracciones se disponen también de forma unipolar longitudinal en cada una de las caras, pero opuestas u ortogonales entre sí. En estos dos núcleos se han empleado lascas como soporte.

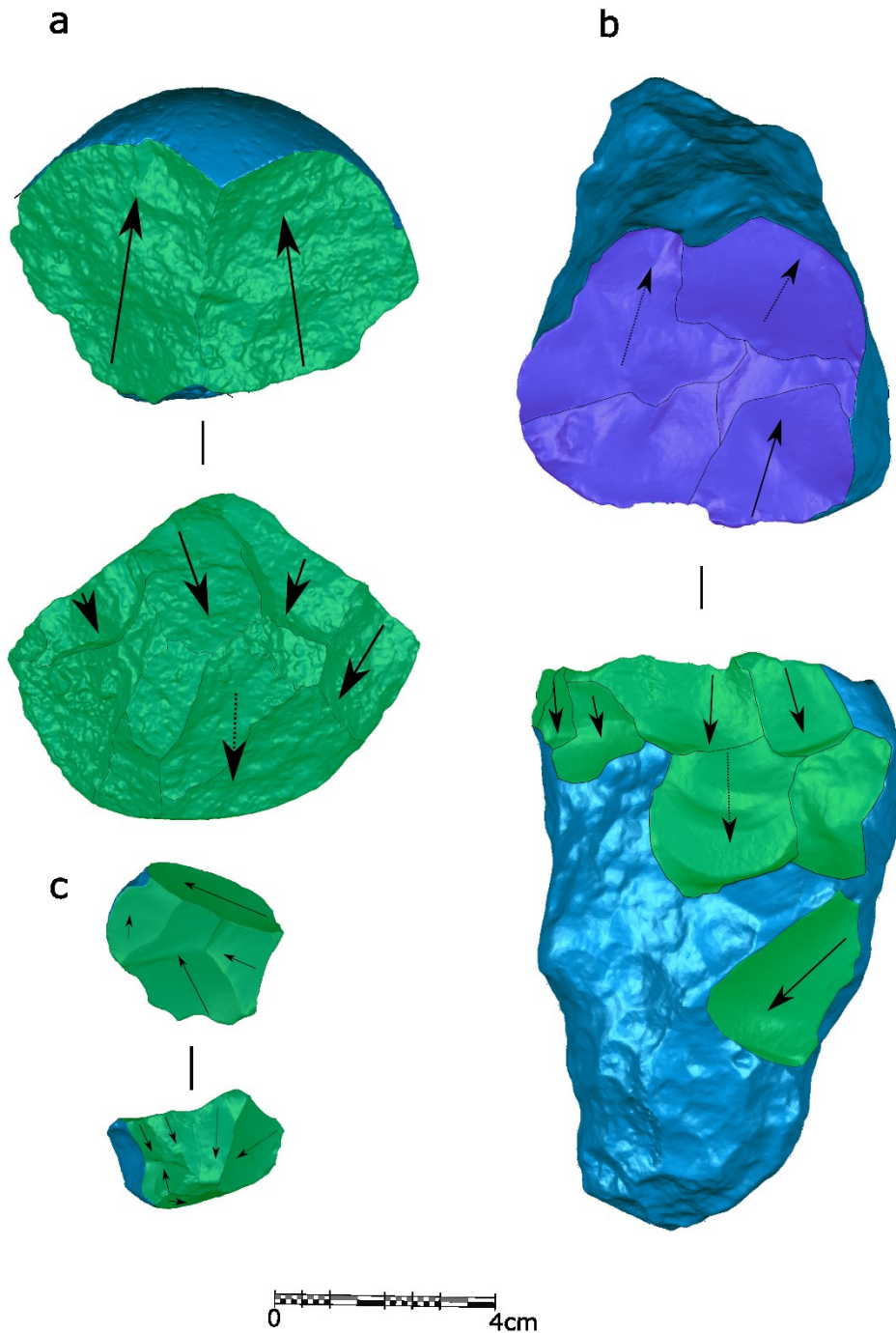


Figura 4.89. Núcleos adscritos a la VSE F recuperados en TD10.1: a) ATA00 J09 13 (cuarcita); b) ATA02 N21 9 (s. cretácico); c) ATA03 M21 16 (s. cretácico).

VSE G: esta estructura se caracteriza por presentar dos superficies intervenidas, generalmente las más anchas de los soportes, opuestas entre sí y separadas por el plano horizontal, sobre las que se aplican estrategias ortogonales y/u opuestas sobre cada una de las superficies intervenidas. En algún caso, la relación entre los negativos de las extracciones genera una disposición final similar a las estrategias centrípetas. No obstante, la concepción volumétrica y el ritmo de talla de estos núcleos carece del carácter recurrente propio de éstas. La explotación, por tanto, consiste en series unipolares longitudinales más o menos independientes, realizadas en sectores específicos de los núcleos, ya sea con el objetivo de crear planos de percusión para posteriormente extraer lascas o para extraer lascas directamente. Como resultado, estos núcleos presentan una gran disparidad de ángulos dentro de la misma superficie, generando un filo asimétrico, ya que durante la explotación no se busca un mantenimiento de las convexidades de las superficies mediante la combinación de extracciones cordales y centrípetas, sino la explotación de zonas específicas (Figura 4.90, Figura 4.91).

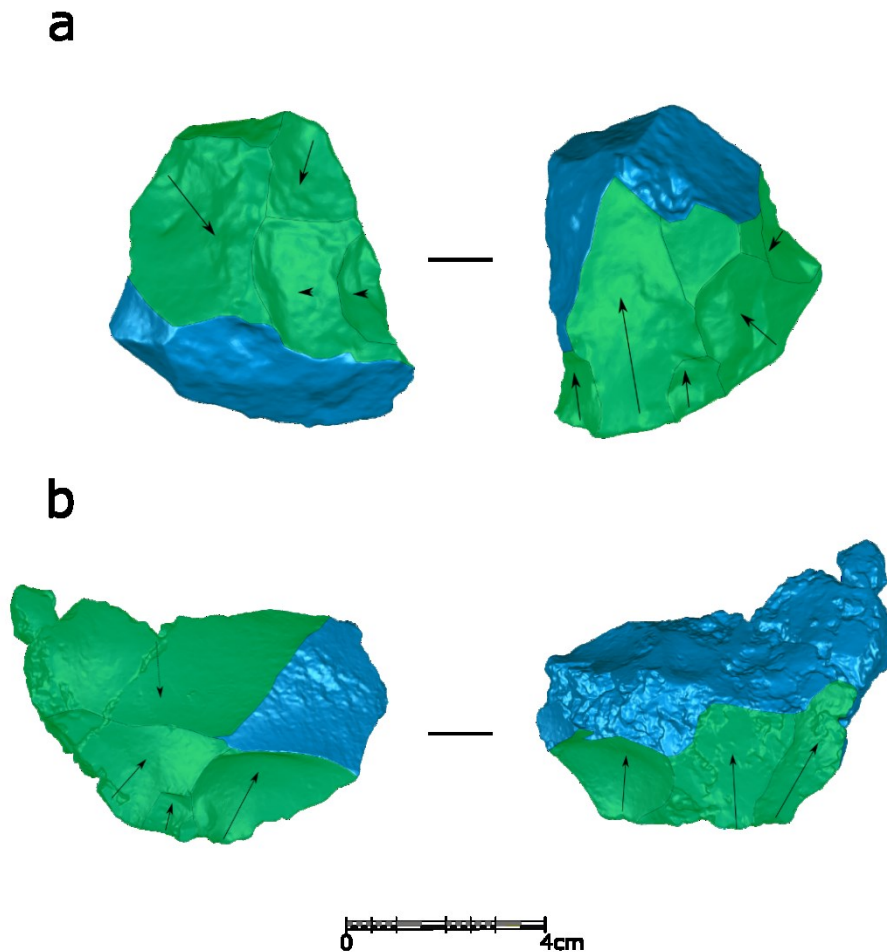


Figura 4.90. Núcleos adscritos a la VSE G recuperados en TD10.1: a) ATA85 G18 21 (s. neógeno); b) ATA03 I10 18 (s. neógeno).

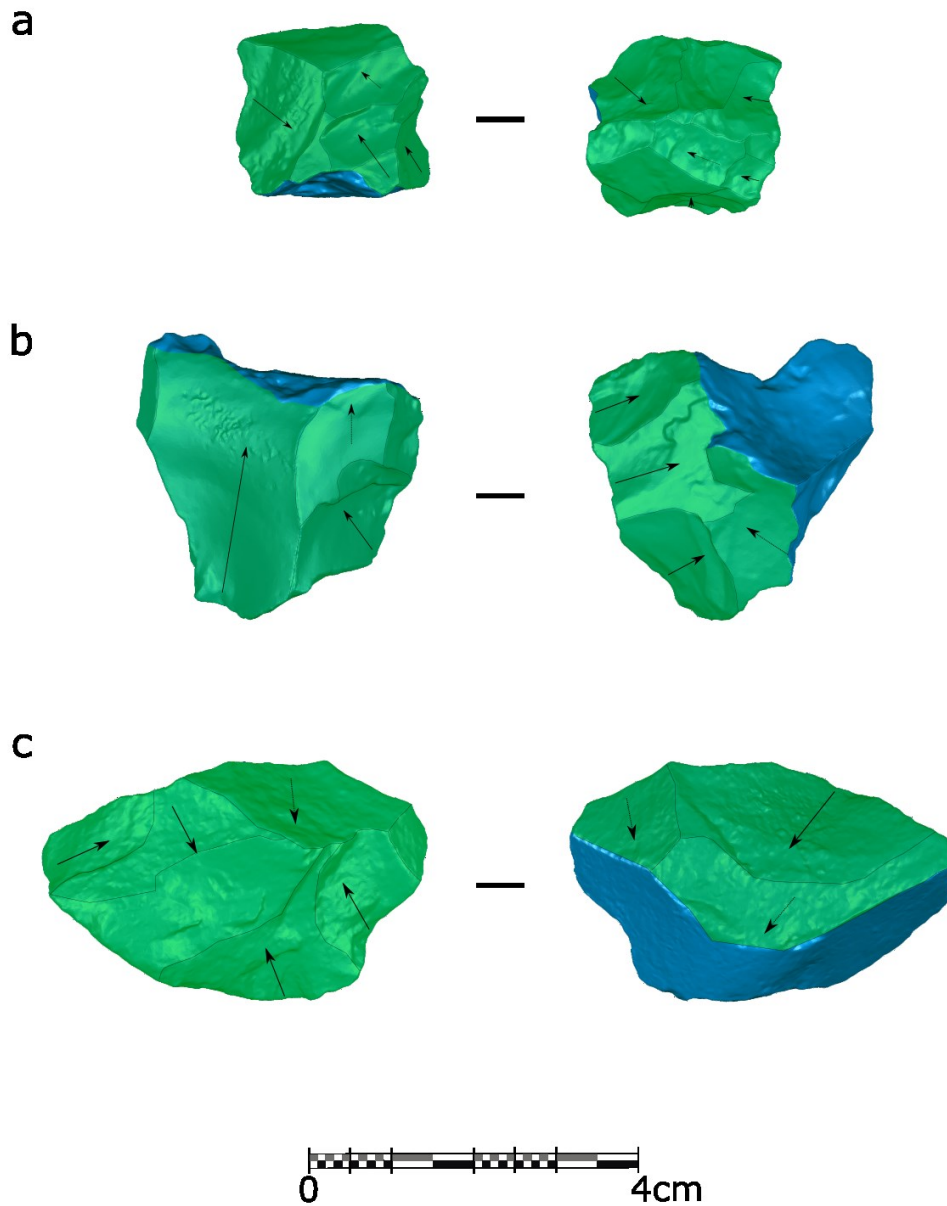


Figura 4.91. Núcleos adscritos a la VSE G recuperados en TD10.1: a) ATA04 K18 74 (s. neógeno); b) ATA04 K22 98 (s. cretácico); c) ATA03 L21 112 (cuarcita).

VSE H: Dentro de esta estructura, la más frecuente en el conjunto, se han identificado cuatro modalidades diferentes en base a los criterios de simetría y jerarquización de las dos superficies intervenidas, así como la relación existente entre sí. Además de estas cuatro modalidades, se han incluido también aquellos núcleos centrípetos trifaciales en los que se acaba generando una tercera superficie de explotación o preparación en la fase final de la secuencia de reducción.

Núcleos bifaciales simétricos no jerarquizados (H12) (n = 43): dentro de este grupo se engloban aquellos núcleos que presentan dos superficies de explotación opuestas y simétricas. En 16 núcleos se pueden observar los criterios técnicos definidos para la talla discoidal (Boëda, 1994): las extracciones son secantes con respecto al plano de intervención (ángulos simples y semiabruptos), generando una morfología bicónica de las superficies de lascado; las convexidades de las superficies se mantienen mediante la combinación de levantamientos alternantes centrípetos y cordales; y las superficies actúan indistintamente como superficie de lascado y plataforma de percusión, alternando los roles a lo largo de la secuencia. A estos núcleos, es preciso sumarles cuatro núcleos bifaciales centrípetos que, aunque están adscritos a modalidades asimétricas jerarquizadas, entran dentro del espacio de variabilidad formal de la talla discoidal (Mourre, 2003; Terradas, 2003) (Figura 4.92).

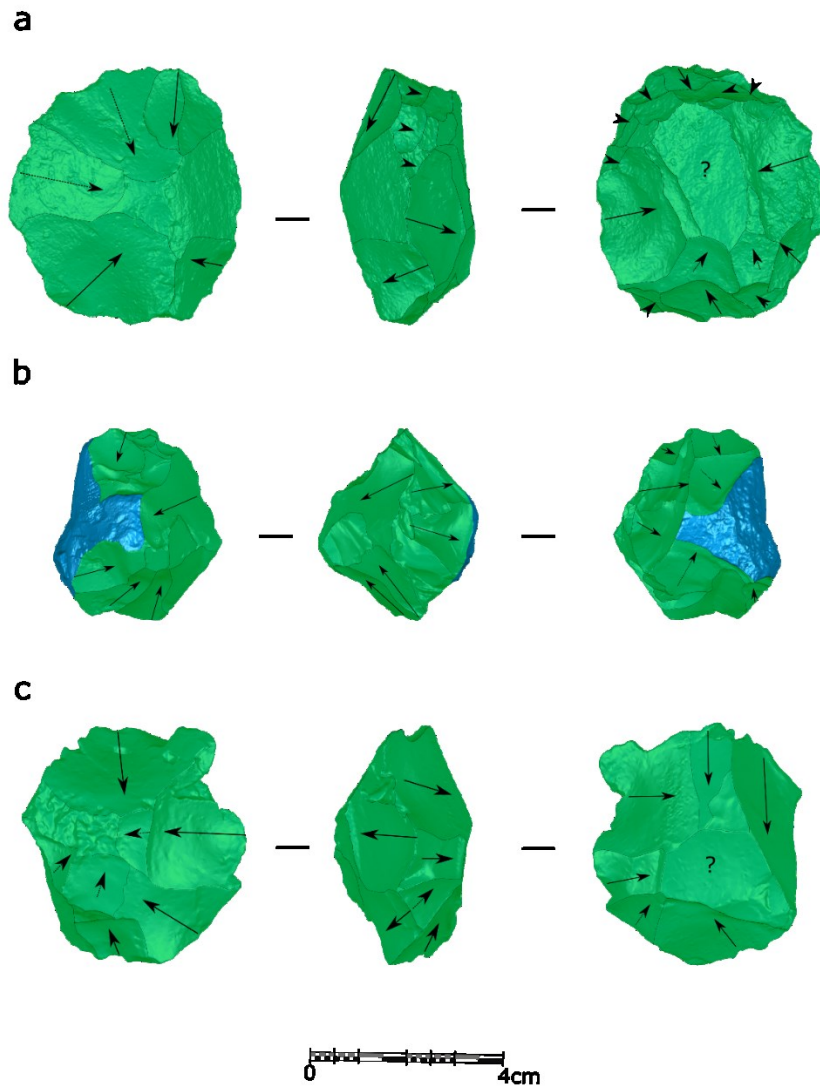


Figura 4.92. Núcleos simétricos no jerarquizados recuperados en TD10.1: a) ATA00 I15 2 (arenisca); b) ATA00 M13 118 (s. cretácico); c) ATA06 J17 59 (s. neógeno).

Núcleos bifaciales asimétricos no jerarquizados (H22) (n = 13): en esta modalidad las superficies intervenidas presentan una marcada asimetría entre ellas. No obstante, el carácter convexo o plano de las superficies no definen el rol de éstas durante la explotación, sino que se alternan a lo largo de la secuencia de reducción. Esta modalidad ha sido identificada en sílex neógeno, arenisca y cuarcita. En lo que respecta a los materiales fluviales, todos ellos se han realizado empleando lascas como soporte, mientras que con respecto al sílex neógeno se han empleado tanto nódulos como lascas. En los núcleos sobre lasca, se aprovecha la propia

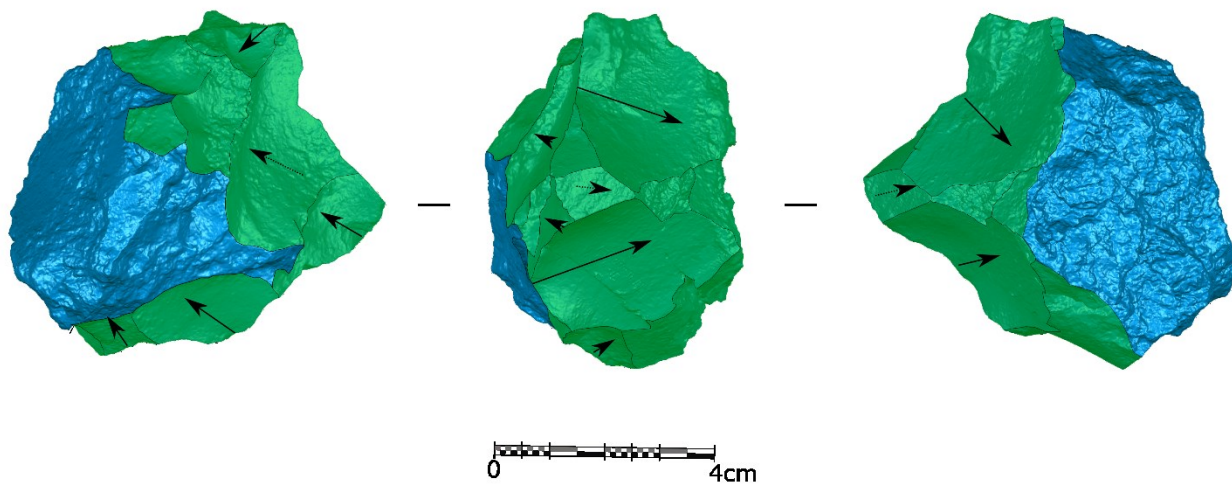


Figura 4.93. Núcleo asimétrico no jerarquizado recuperado en TD10.1): ATA00 L16 28 (s. neógeno).

Núcleos bifaciales asimétricos jerarquizados (n = 65): dentro de este grupo se distinguen dos variantes. Por un lado, los núcleos en los que la superficie de explotación preferente se corresponde con la cara convexa del soporte, actuando la cara más plana como plataforma de percusión (H210C). Por el otro, los núcleos en los que la cara más plana se orienta a la explotación mientras que la cara convexa actúa como plataforma de percusión (H210P).

Con respecto a la primera modalidad (n = 28), se han realizado sobre cuarcita (n = 5), arenisca (n = 6), sílex cretácico (n = 2) y sílex neógeno (n = 15). En el caso de la cuarcita y arenisca se emplean indistintamente cantos y lascas como soporte. No obstante, mientras que en las BN1GE las dos superficies presentan extracciones centrípetas, independientemente de la función de las mismas, en los núcleos sobre lasca existen diferencias en la disposición de los negativos, en función de si el objetivo es la preparación o la explotación. Así, mientras que en las superficies de explotación los levantamientos siguen disposiciones centrípetas, en la cara opuesta se produce una mayor diversidad en la disposición de los levantamientos, documentándose extracciones unipolares longitudinales, opuestas, centrípetas y ortogonales. En los núcleos sobre lasca, la superficie de explotación preferencial se corresponde tanto con

la cara ventral (n=3), como con la cara dorsal (n=4), en función de la morfología de la lasca-soporte.

En lo referente al sílex neógeno, predominan los núcleos realizados sobre lasca (n=13), frente a los realizados sobre bloque (n=2). En los primeros, la cara de explotación se corresponde con la cara dorsal de las lascas-soporte en un 92.3% de los casos -en donde se documentan morfologías convexas y/o cónicas-, y, nuevamente, las extracciones se disponen de forma centrípeta, documentándose una mayor variabilidad de estrategias en la superficie de preparación. Por último, en el sílex cretácico esta estrategia sólo está documentada en núcleos realizados sobre nódulos de pequeño formato (Figura 4.94).

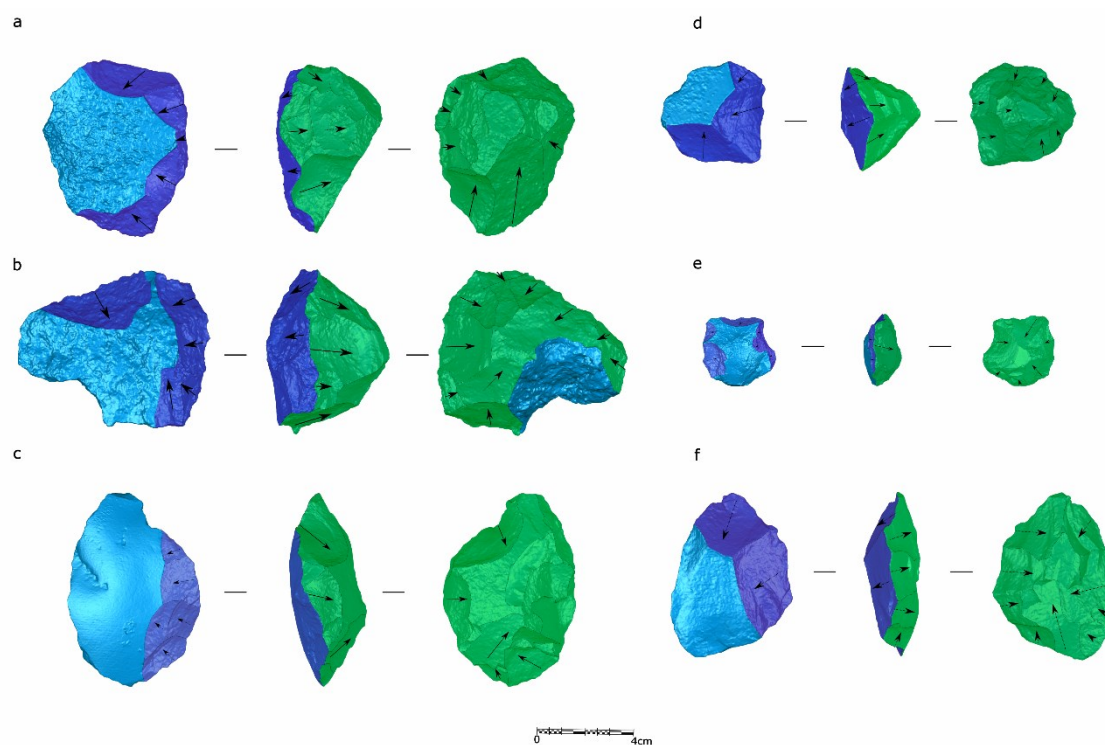


Figura 4.94. Núcleos bifaciales asimétricos jerarquizados (cara convexa preferencial) recuperados en TD10.1: a) ATA04 J21 981 (s. neógeno); b) ATA04 K22 308 (s. neógeno); c) ATA04 J21 977 (cuarcita); d) ATA04 020 233 (cuarcita); e) ATA03 K22 39 (s. neógeno); f) ATA05 M21 1236 (cuarcita).

Por otra parte, los núcleos cuya cara plana es la superficie de explotación preferente, actuando la cara convexa como plataforma de percusión, son frecuentes dentro del conjunto (n = 37). Esta modalidad se aplica sobre arenisca, cuarcita, cuarzo, y sílex cretácico, con predominio de cantos y nódulos como soporte, y, especialmente, sílex neógeno, donde predomina el uso de lascas. Dominan las disposiciones centrípetas de las extracciones en la superficie de explotación preferencial, aunque también se han documentado estrategias bipolares opuestas, unipolares longitudinales y bipolares ortogonales. Las extracciones se disponen de forma paralela o subparalela (ángulos planos y semiplanos) con respecto al plano de intersección.

En la cara de preparación, las extracciones se disponen repitiendo las estrategias aplicadas en la cara de explotación preferencial. Así, son más frecuentes las estrategias centrípetas, pero también se han documentado estrategias opuestas, ortogonales y unipolares longitudinales. Los ángulos oscilan generalmente entre simple y abrupto, siendo secantes con respecto al plano de intervención (Figura 4.95).

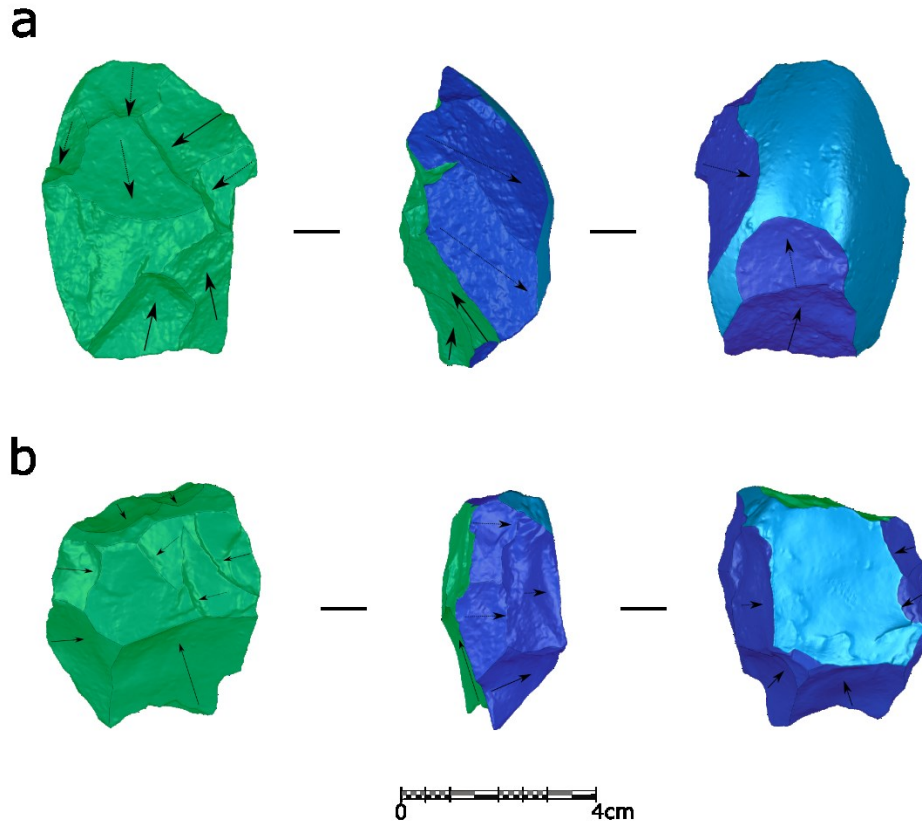


Figura 4.95. Núcleos bifaciales asimétricos jerarquizados (cara plana preferencial) recuperados en TD10.1: a) ATA04 K22 220 (cuarcita); b) ATA04 N19 53 (arenisca).

Se han documentado 16 núcleos que cumplen con gran parte de los caracteres técnicos que definen el método Levallois (Böeda,1988,1994), aunque presentan algunas particularidades. El esquema de explotación de estos núcleos se caracteriza por la jerarquización entre la superficie de lascado y la superficie de percusión, que se mantiene constante a lo largo de la secuencia de reducción, sin producirse intercambio de roles entre las superficies. Además, ambas superficies presentan una marcada asimetría entre sí. De este modo, la superficie de lascado se caracteriza por presentar extracciones profundas que discurren generalmente de forma paralela o subparalela al plano de intersección, aunque en algunos casos estos ángulos pueden ser más abiertos, llegando a secantes. No obstante, es cierto que la preparación de las convexidades bilateral y próximo-distal en las superficies preferenciales es muy escasa ((de Lombera-Hermida, 2020; Menéndez, 2010). Sí hay una búsqueda para establecer las condiciones volumétricas necesarias para obtener productos con unas características

tipométricas específicas, ya sea a través de las morfologías generadas por las extracciones previas o por la propia superficie natural de los soportes, cuya morfología original ya presenta estas convexidades (Figura 4.96, Figura 4.97).

La superficie de percusión, por su parte, presenta extracciones que invaden menos superficie del núcleo, así como una relación angular entre la superficie de percusión y el plano de intersección que oscila entre simple y abrupta. Estas extracciones están orientadas a generar planos de percusión adecuados que en la gran mayoría de casos no están preparados, ya que únicamente se ha documentado en menos de un 3% de los casos (de Lombera-Hermida, 2020).

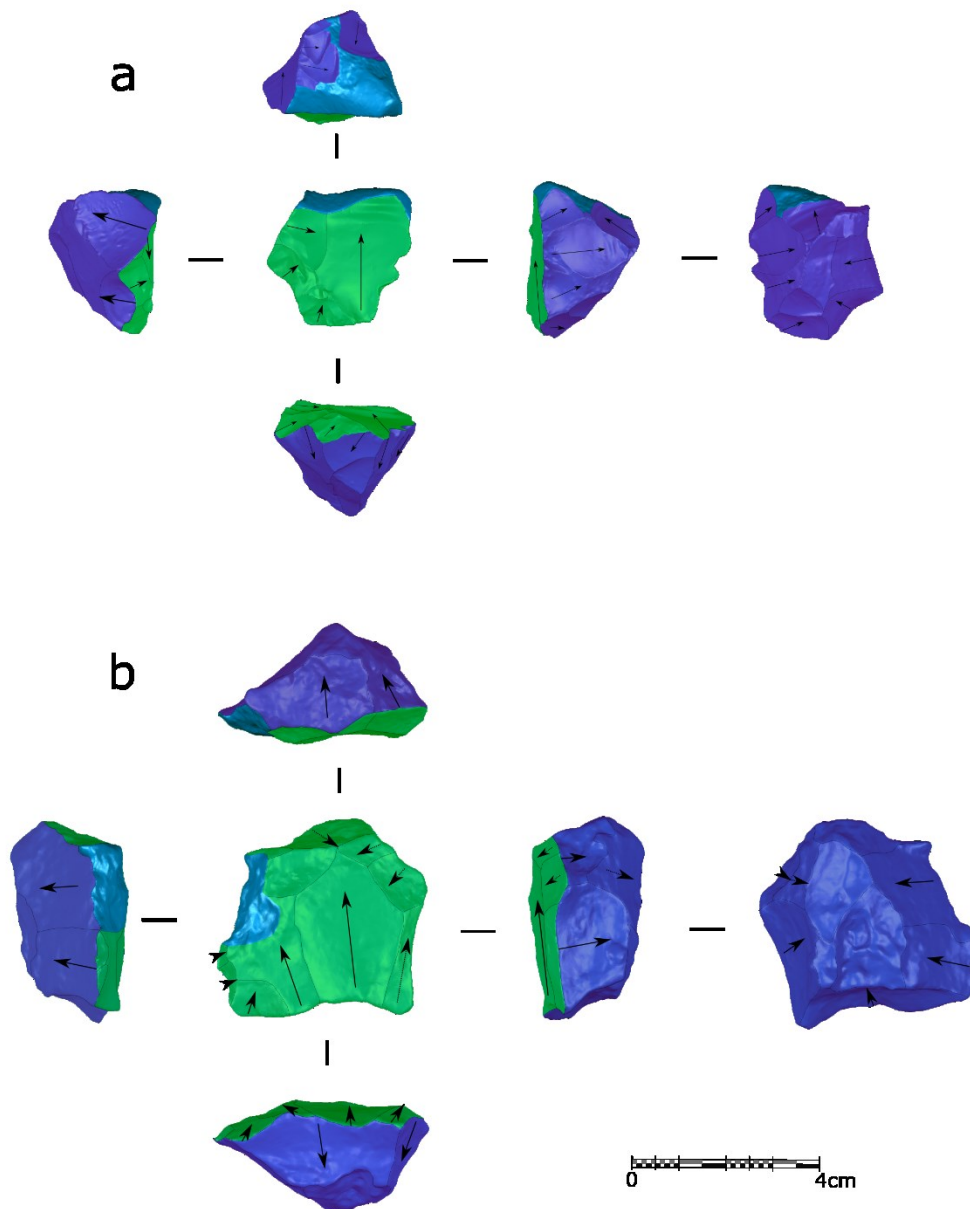


Figura 4.96. Núcleos bifaciales asimétricos jerarquizados (cara plana preferencial) recuperados en TD10.1: a) ATA04 L21 711 (s. cretácico); b) ATA93 I16 111 (s. neógeno).

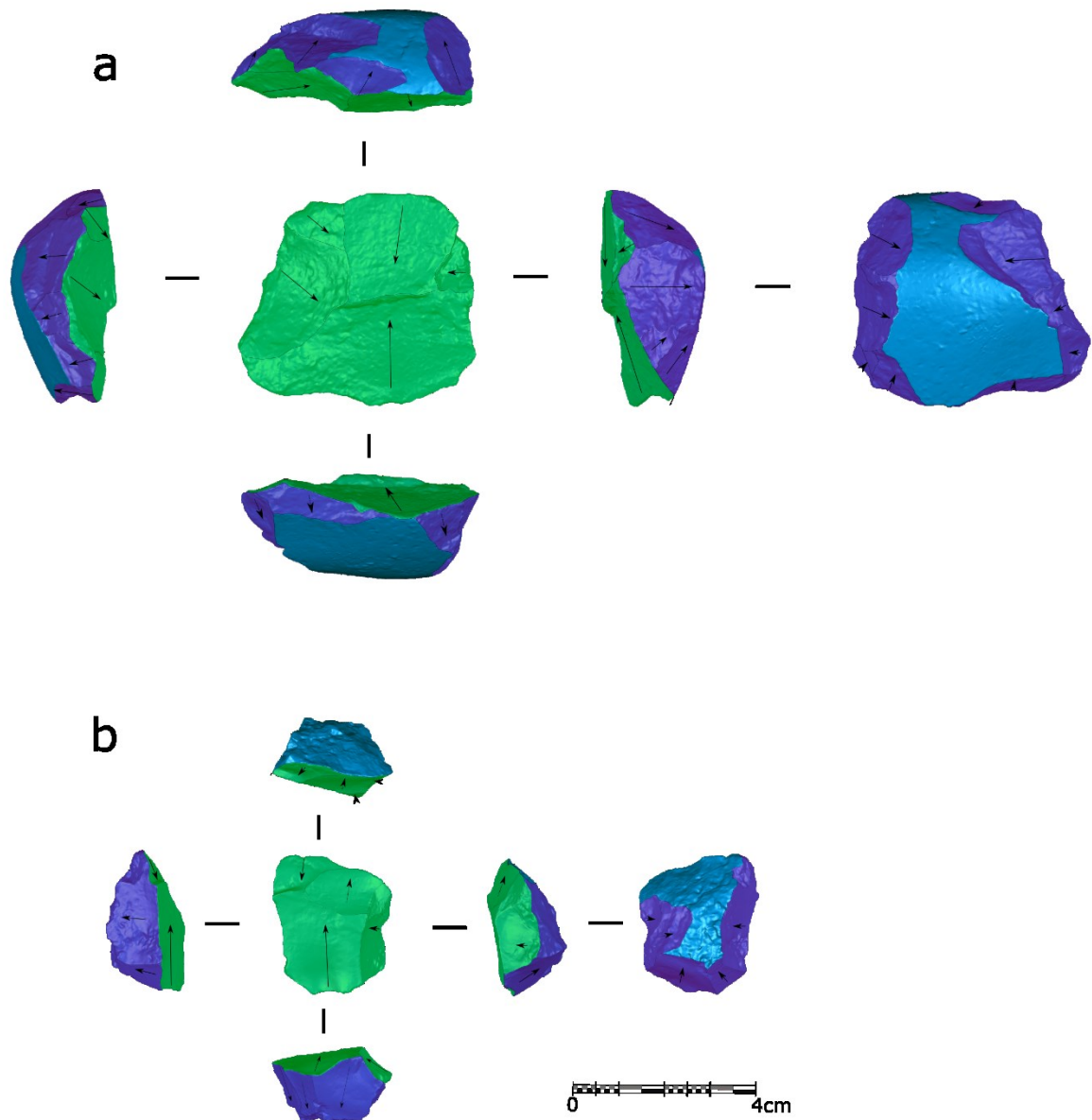


Figura 4.97. Núcleos bifaciales asimétricos jerarquizados (cara plana preferencial) recuperados en TD10.1: a) ATA05 K22 7 (cuarcita); b) ATA05 J21 672 (s. neógeno).

VSE I: este grupo está formado por los núcleos trifaciales/multifaciales ortogonales, de los cuales 10 están realizados en sílex neógeno, 8 en sílex cretácico y 1 en cuarcita. Tanto en el sílex cretácico como el sílex neógeno predomina el uso de nódulos o fragmentos como soporte, mientras que en el único núcleo de cuarcita recuperado se empleó una lasca como soporte. Por lo general, son núcleos en los que se explotan múltiples superficies contiguas, manteniendo una disposición ortogonal entre las superficies de explotación y de percusión, aprovechando los negativos de extracciones previas como plataforma de percusión de las siguientes extracciones, e intercambiando el rol de cada superficie dentro de la secuencia. Es frecuente

que cada superficie explotada presente series longitudinales, aunque también se ha documentado casos en los que los negativos presentan disposiciones opuestas u ortogonales. En general, las secuencias son relativamente cortas, y, tras una serie longitudinal en una superficie, se rota el núcleo y se explota una superficie contigua, ya sea aprovechando los negativos de extracciones previas o preparando la plataforma de percusión con extracciones muy marginales. En algunos casos, tanto el volumen remanente como las dimensiones de los núcleos son muy elevados en comparación con el resto de ejemplares, por lo que esta estructura no se puede vincular exclusivamente a una estrategia de aprovechamiento final de los mismos (Figura 4.98, Figura 4.99).

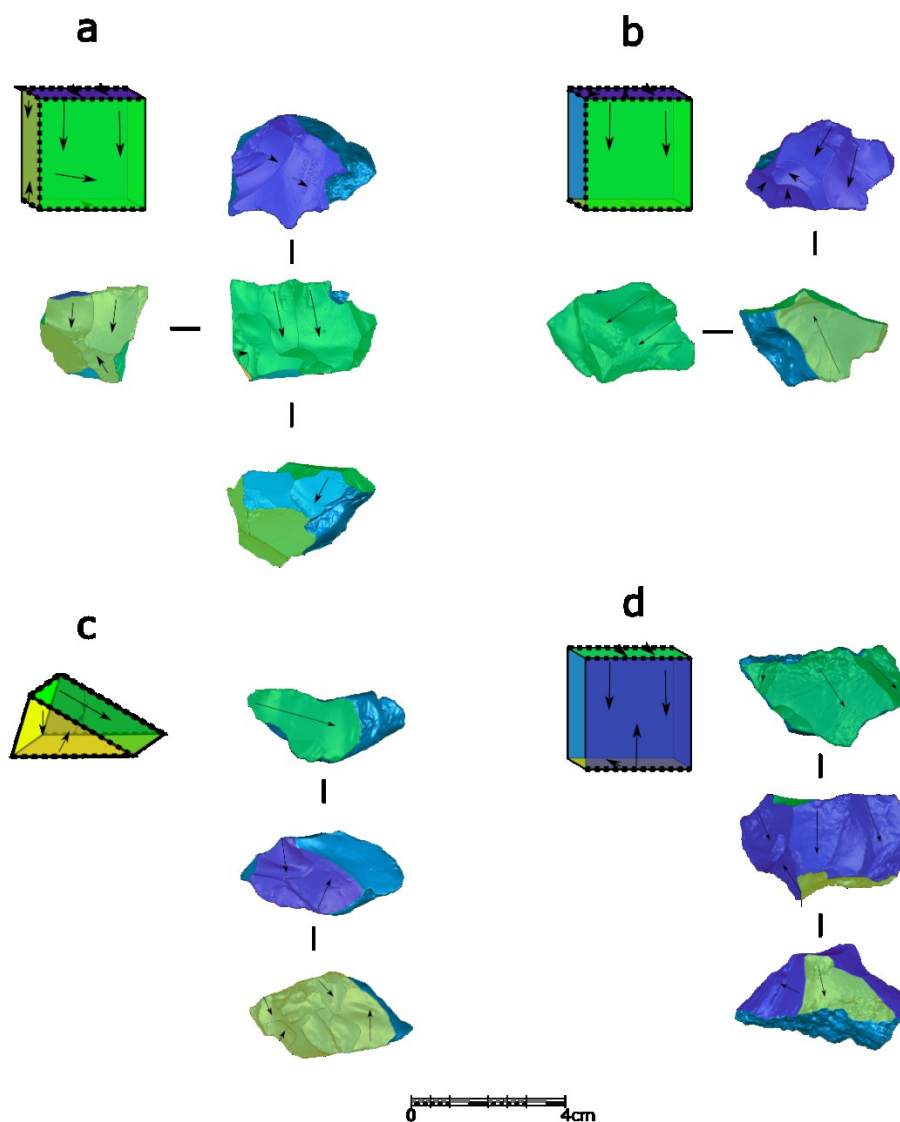


Figura 4.98. Tri/Multifaciales Multipolares (VSE I) recuperados en TD10.1: a) ATA00 N15 142 (s. cretácico); b) ATA07 J21 55 (s. cretácico); c) ATA04 K22 169 (s. cretácico); d) ATA05 N20 143 (s. neógeno).

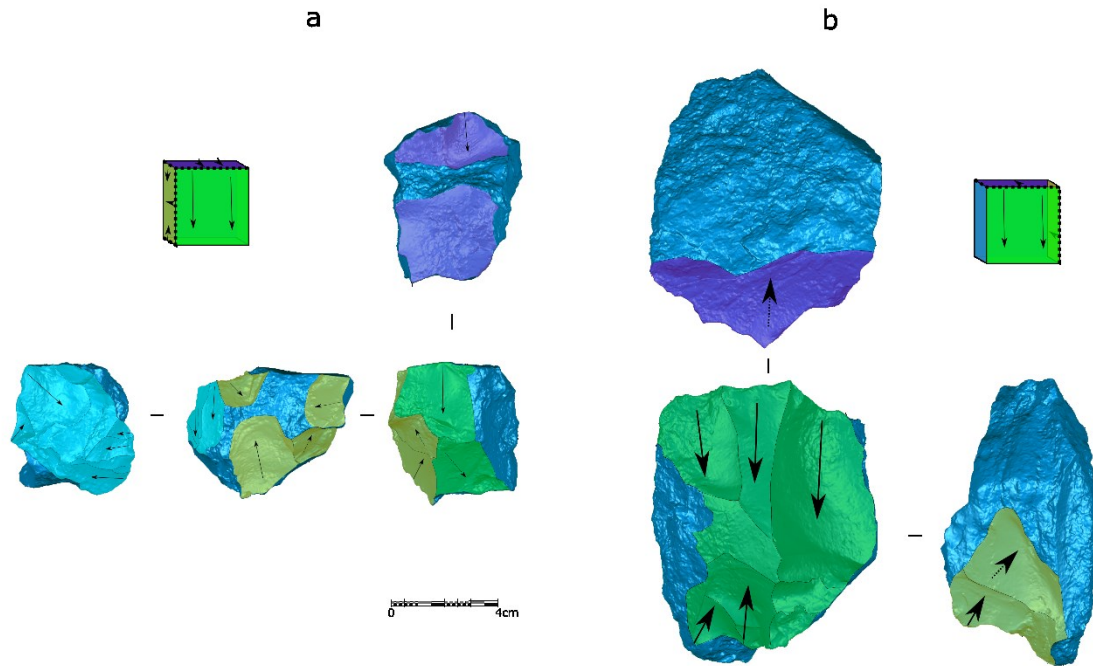


Figura 4.99. Tri/Multifaciales Multipolares (VSE 1) recuperados en TD10.1: a) ATA05 L20 207 (s. neógeno); b) ATA01 K14 14 (s. neógeno).

BNIGC: de los configurados sobre cantos/nódulos recuperados, tres han sido descartados del análisis por presentar un elevado grado de alteración en su superficie, aunque uno de ellos parece corresponderse a un bifaz de arenisca.

Cuatro de ellos se corresponden a cantos tallados, tres de ellos son unifaciales (*choppers*) en los que el objetivo es la configuración de un filo distal, mientras el caso restante se trata de un *chopping-tool*. Estos instrumentos están realizados tanto en arenisca como en cuarcita, presentando grandes remanencias de córtex en sus superficies. Sus dimensiones máximas oscilan entre los 92 y 77mm.

Con respecto al resto de configurados, cuatro casos se corresponden tipológicamente a bifaces (5 si incluimos el de arenisca). Uno de ellos se sitúa en una fase de *rough out*, ya que presenta una modificación muy escasa. Aunque exhiben bastantes diferencias desde el punto de vista morfológico, fruto de la ausencia de series de regularización de los fillos, las series de configuración muestran algunas características en común. Se ha documentado una o dos series de levantamientos, por lo que la configuración no es muy intensa. Pese a esto, las extracciones se disponen de forma perimetral y bifacial, modificando sensiblemente el filo mediante levantamientos profundos (Figura 4.100).

Los otros configurados se corresponden tipológicamente son raederas ($n = 1$) y denticulados ($n = 1$), repitiendo esquemas característicos de la configuración de los pequeños retocados sobre lasca, mucho más abundantes en el conjunto lítico (de Lombera-Hermida, 2020).

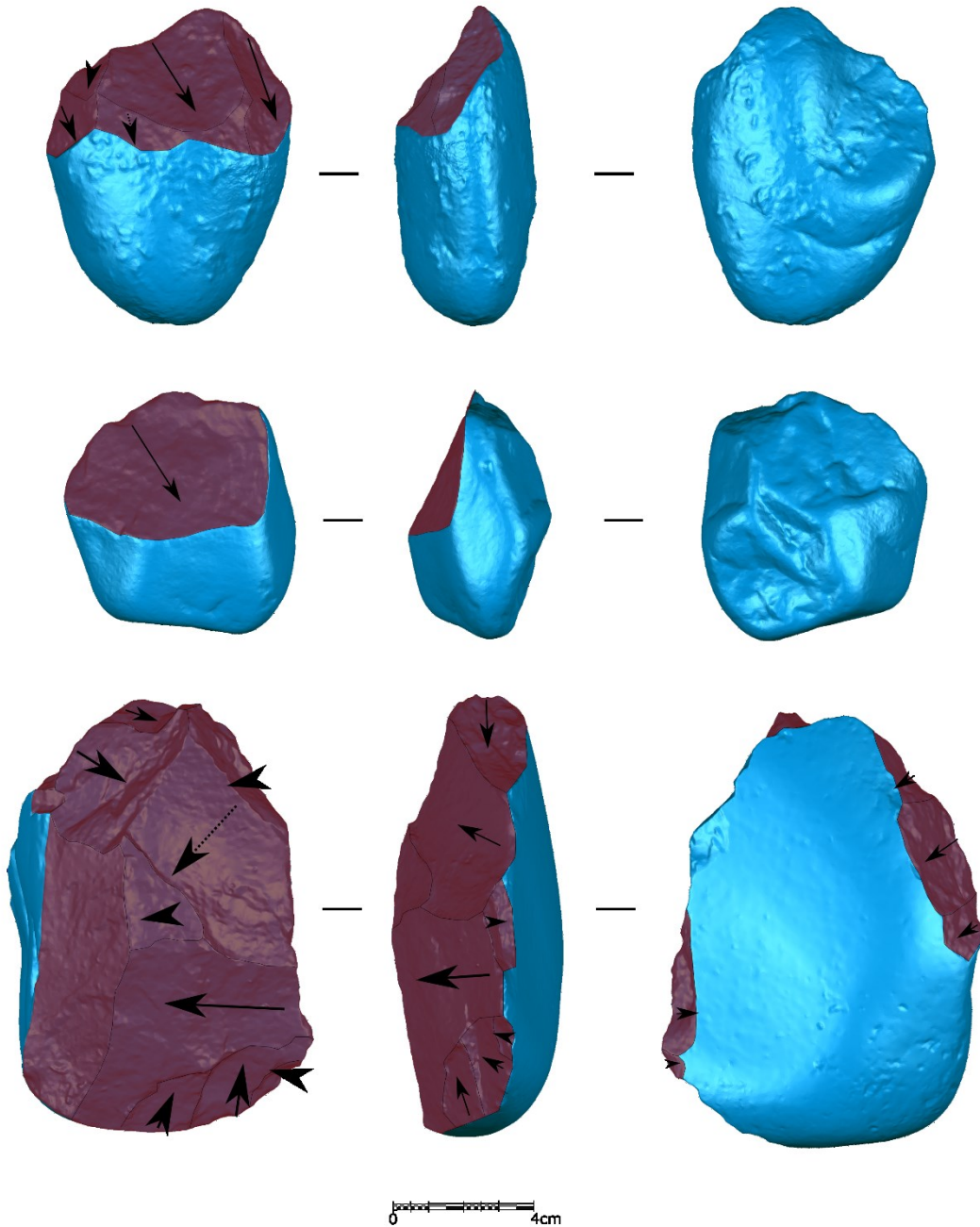


Figura 4.100. BNIGC recuperadas en TD10.1: a) ATA02 K21 431; b) ATA04 N21 917; c) ATA00 N19 120.

Si atendemos a la distribución de las diferentes VSE, observamos que hay un predominio de la VSE H, con un 58% de los núcleos identificables, que asciende a un 65%, si excluimos los núcleos que no tienen una estructura bien definida (A-B inicial). Dentro de esta estructura, predominan los núcleos simétricos no jerarquizados (35.4%), seguidos de los núcleos

asimétricos jerarquizados, cuya superficie de lascado es la cara más plana (29.14%). Los núcleos adscritos al método Levallois suponen un 12.6% de los centrípetos, mientras que los núcleos asimétricos cuya superficie de explotación preferencial es la más convexa alcanzan un 22%. Los núcleos asimétricos no jerarquizados suponen un 10.2%, y los núcleos trifaciales centrípetos representan el 0.8% del conjunto. El porcentaje restante consisten en núcleos en los que no ha sido posible reconocer alguna de estas dos características (simetría y jerarquización).

Se han podido identificar diferencias en función de la categoría estructural, según la cual en los núcleos sobre nódulo predominan los núcleos simétricos no jerarquizados, mientras que los núcleos asimétricos son menos frecuentes, especialmente los no jerarquizados. En los núcleos sobre lasca se produce la situación contraria, siendo más frecuentes los núcleos jerarquizados y, dentro de éstos, aquellos cuya cara convexa es la superficie de lascado. Por su parte, los núcleos asimétricos no jerarquizados también están bien representados.

No existen grandes diferencias entre las distintas materias primas, ya que, excluyendo al cuarzo y al sílex indeterminado por contar con un bajo número de efectivos, las proporciones de las distintas modalidades son similares entre la arenisca, cuarcita, sílex cretácico y sílex neógeno. Los núcleos simétricos no jerarquizados son los más frecuentes en cada materia prima, seguidos por los asimétricos jerarquizados, cuya cara más convexa es la superficie de lascado. Por otro lado, destaca la ausencia de núcleos asimétricos no jerarquizados en el sílex cretácico y su baja representación en el sílex neógeno. Paralelamente, estas materias primas son las que presentan un mayor porcentaje de núcleos Levallois, seguidas por la cuarcita y estando ausentes en la arenisca.

	A-B INICIAL	A	C	D	F	G	H	I	TOTAL
ARENISCA	1 (2.86%)	2 (5.71%)	2 (5.71%)	1 (2.86%)	4 (11.43%)	1 (2.86%)	24 (68.57%)	-	35 (15.49%)
CUARCITA	6 (12.5%)	3 (6.25%)	3 (6.25%)	3 (6.25%)	2 (4.17%)	5 (10.42%)	25 (52.08%)	1 (2.08%)	48 (21.24%)
CUARZO	-	-	-	1 (50%)	-	-	1 (50%)	-	2 (0.88%)
S. CRETÁCICO	1 (4.35%)	-	-	-	5 (21.74%)	3 (13.04%)	6 (26.09%)	8 (34.78%)	23 (10.18%)
SÍLEX NEÓGENO	14 (11.97%)	-	-	7 (5.98%)	3 (2.56%)	8 (6.84%)	75 (64.10%)	10 (8.55%)	117 (51.77%)
SÍLEX	-	-	-	-	-	-	1 (100%)	-	1 (0.44%)
TOTAL	22 (9.73%)	5 (2.21%)	5 (2.21%)	12 (5.31%)	14 (6.19%)	17 (7.52%)	132 (58.41%)	19 (8.41%)	226 (100%)

Tabla 4.36. Subunidad TD10.1. Frecuencia de VSE por materia prima.

Volviendo al conjunto general, las siguientes VSE en importancia son la VSE A-B Inicial (9.7%) y la VSE I (8.4%), seguidas de las VSE G, D y F. Las VSE A y C representan un porcentaje minoritario dentro del conjunto (2.21% cada una de ellas) (Tabla 4.36).

Al separar los resultados en función de la materia prima, observamos cómo en prácticamente todas las materias primas predomina la VSE H, que supone entorno al 50% del total de núcleos de cada materia prima, llegando al 68% en los núcleos de arenisca y al 64% en el sílex neógeno. La excepción a esta tendencia es el sílex cretácico, en el que el porcentaje de la VSE H baja hasta el 26%, ya que se produce un equilibrio entre las estrategias bifaciales centripetas y estrategias ortogonales sobre dos superficies (VSE F, 21.7%) o sobre múltiples superficies (VSE I, 34.8%).

El resto de VSE representan papeles secundarios en cada una de las materias primas con porcentajes marginales, aunque destaca la VSE A-B inicial en la cuarcita (12.5%) y sílex neógeno (12%).

Estas diferencias son ligeramente más acusadas si separamos los resultados en función del tipo de soporte, ya que, a pesar de que predomina la VSE H tanto en núcleos sobre bloque como en núcleos sobre lasca, la VSE A-B inicial es más abundante en los núcleos sobre lasca. En cambio, en las BN1GE hay una mayor frecuencia de VSE F e I. En lo referente a las estructuras unificiales, en las BN1GE son más frecuentes las VSE A y C, ausentes en los núcleos sobre lasca. En contraposición, la VSE D supone más de un 8% en las BN2GE y no excede del 3% en los núcleos sobre bloque.

Atendiendo a la distribución del tamaño en función de las estructuras volumétricas, observamos que la VSE I presenta un volumen remanente menor, por lo que la aplicación de estas estrategias podría tener relación, bien con la intensidad de reducción -en la que a medida que avanza la secuencia de talla se llegan a estas estrategias tri/multifaciales ortogonales-, o bien con una posible adaptación a los formatos empleados y a dar salida a un momento de aprovechamiento final de los soportes. En lo que respecta a los núcleos iniciales, este grupo está caracterizado por presentar una gran variabilidad en los volúmenes remanentes. Esta variabilidad se mantiene incluso excluyendo aquellos testeos de grandes dimensiones (>200cm³), lo que es indicativo de una variabilidad de estrategias de aprovechamiento de la materia prima, desde testeos muy poco explotados hasta matrices con volúmenes muy pequeños que se explotan con el fin de obtener muy pocos productos. Por otro lado, las VSE D, F y G presentan valores muy similares entre sí, cuya media es ligeramente superior en la VSE F por la presencia de un nódulo de sílex cretácico de gran tamaño. Por otro lado, los cantos de arenisca y cuarcita correspondientes a la VSE A presentan valores muy altos, similares a los grandes instrumentos.

Este conjunto de núcleos destaca por su escasa o nula corticalidad, ya que tanto los núcleos sobre bloque como sobre lasca presentan de media 79% y 92% de superficie no cortical, lo que contrasta con el porcentaje inferior de los grandes instrumentos sobre canto/nódulo, cuya

media no alcanza el 50%. Por otro lado, no existen grandes diferencias en las reservas corticales en función de las materias primas, ya que tanto las medias como las medianas oscilan entre el 70 y el 100% de superficie no cortical. Las diferencias más acentuadas parecen encontrarse en función de la VSE, ya que las estrategias unificiales, aplicadas especialmente en cantos de arenisca y cuarcita (VSE A y C), presentan las mayores remanencias de córtex, con porcentajes inferiores al 50% de media de superficie no cortical, mientras que el resto de VSE presentan valores superiores. De igual modo, destacan los núcleos en fase inicial de explotación (A-B Inicial), ya que presentan una media de superficies no corticales del 76%, debido al uso mayoritario de lascas como soporte en este tipo de explotación (Figura 4.101; Tabla S 8.198-Tabla S 8.200).

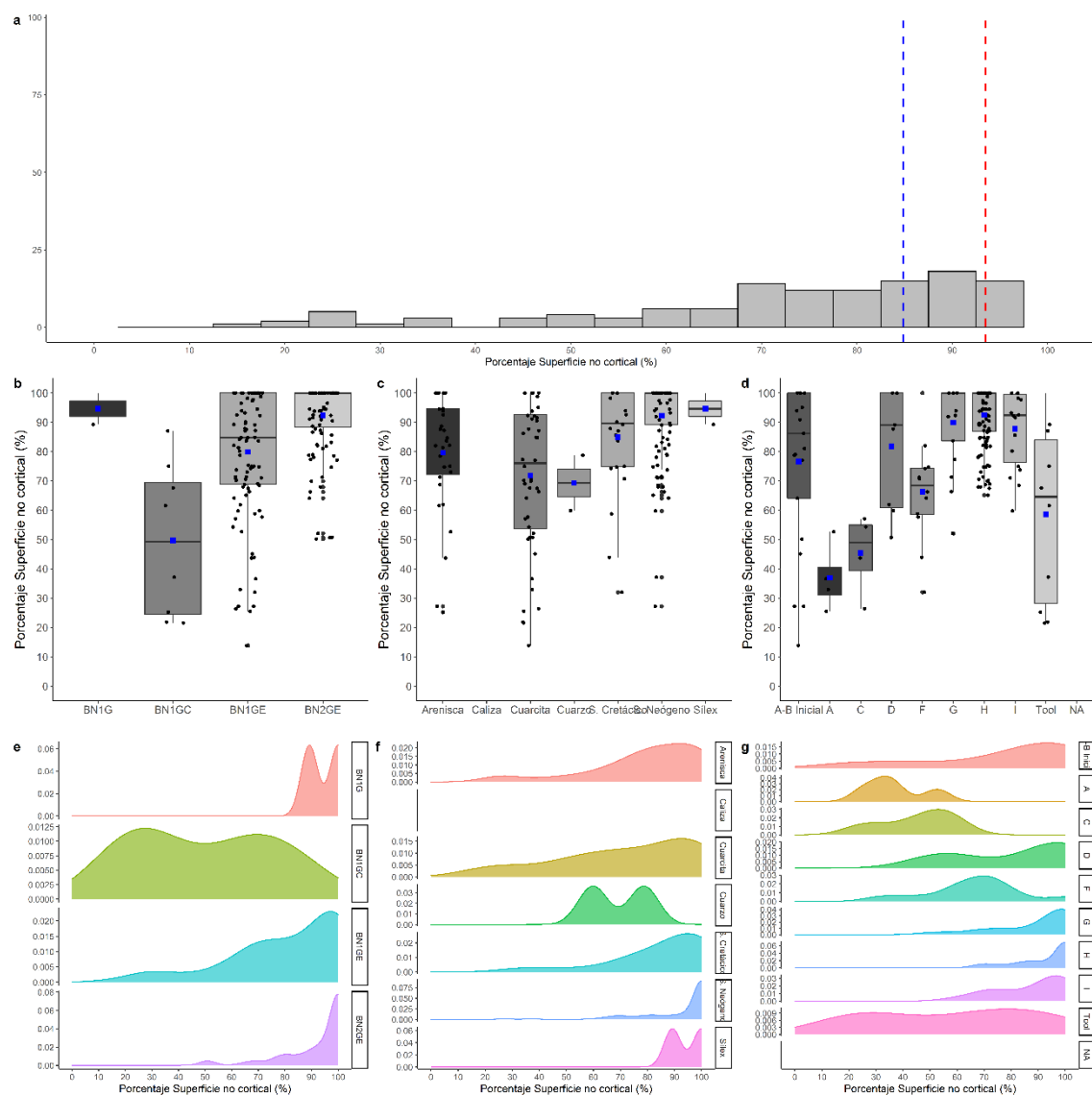


Figura 4.101. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto TD10.1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

En lo que respecta al grado de reducción inferido a través del SDI, se puede observar que los configurados sobre canto presentan valores inferiores en comparación a los núcleos. Entre estos últimos, las BN1GE presentan valores ligeramente superiores a las BN2GE, aunque el grado de solapamiento de los valores es muy elevado, dada la variabilidad reflejada en el coeficiente de variación de ambos grupos.

El cuarzo y el sílex cretácico presentan medias y medianas más altas en comparación con el resto de materias primas. Por otro lado, la cuarcita, la arenisca y el sílex neógeno presentan valores centrales muy similares entre sí, aunque en el caso de la arenisca los valores máximos son inferiores a la cuarcita y arenisca.

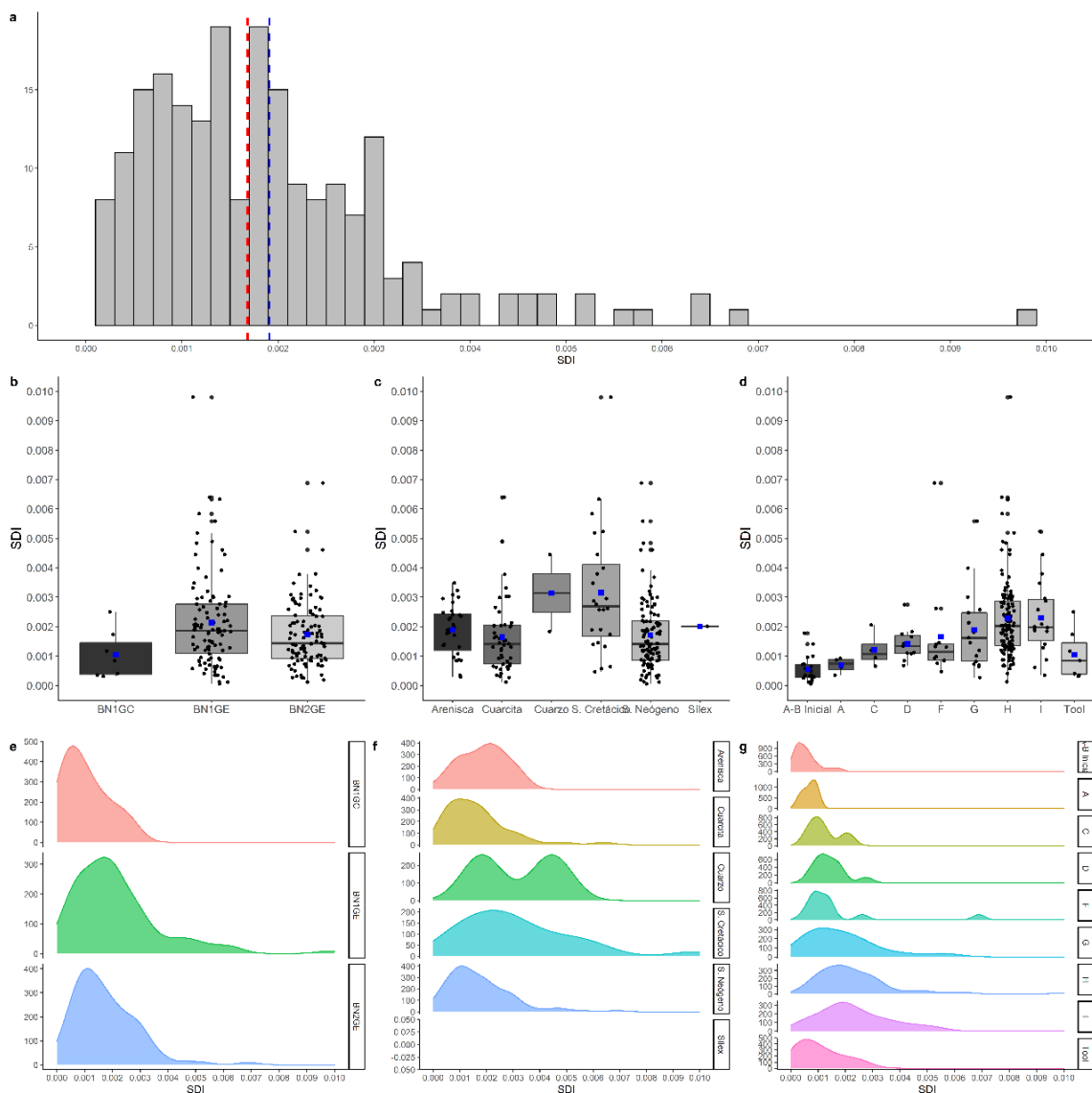


Figura 4.102. Scar Density Index (SDI) del conjunto TD10.1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

En lo referente a las VSE, las VSE G, H e I presentan los valores centrales superiores, así como una mayor variabilidad, especialmente las dos últimas. En el lado contrario se sitúa la VSE A-B inicial, con los valores más bajos, mientras que el resto de las VSE presentan valores centrales similares y ligeramente superiores a ésta (Figura 4.102; Tabla S 8.201-Tabla S 8.203).

En cuanto al volumen estimado a través del VRM, se puede observar que aquellos soportes que no se corresponden son el sílex neógeno empleados para la configuración, presentan un volumen original similar a aquellos orientados a la explotación. Al separar los resultados por materias primas, se puede observar la existencia de dos agrupaciones de acuerdo a los valores estimados para las diferentes litologías. Así, el cuarzo y el sílex cretácico presentan valores inferiores en comparación a la arenisca y cuarcita (Figura 4.103; Tabla S 8.207-Tabla S 8.209)

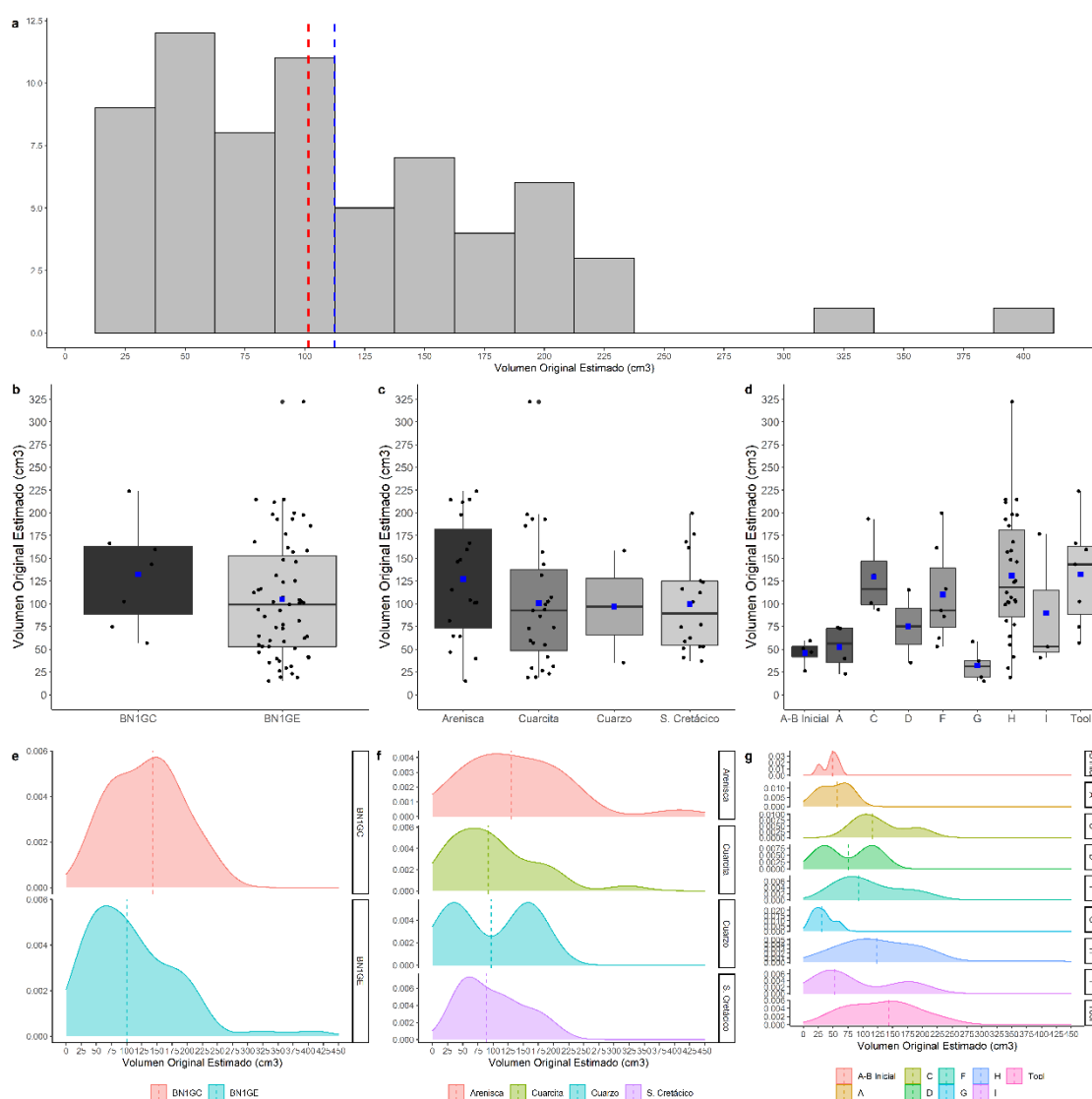


Figura 4.103. Volumen original estimado (cm³) del conjunto TD10.1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

Por último, se han documentado diferencias entre las distintas estructuras volumétricas, donde la mayor variabilidad registrada se corresponde con la VSE H. Esto puede ser debido a que existe una muestra mayor dentro de esta estructura, pero indica una cierta independencia respecto al tipo de formato de partida durante la explotación. Por otro lado, destaca el volumen estimado de las BN1GE correspondientes a la VSE I, ya que, aunque los valores obtenidos son similares a los de las VSE C y D, resultan inferiores en comparación con el resto de VSE.

El porcentaje de volumen extraído muestra una media cercana al 60% para todo el conjunto analizado a través del VRM, aunque la mediana asciende hasta el 70% ya que, si atendemos a la distribución, se puede comprobar cómo se produce una acumulación de valores entre el 70 y el 85%. Estas medias son similares entre las distintas materias primas analizadas, aunque en general presentan una marcada variabilidad en los valores obtenidos.

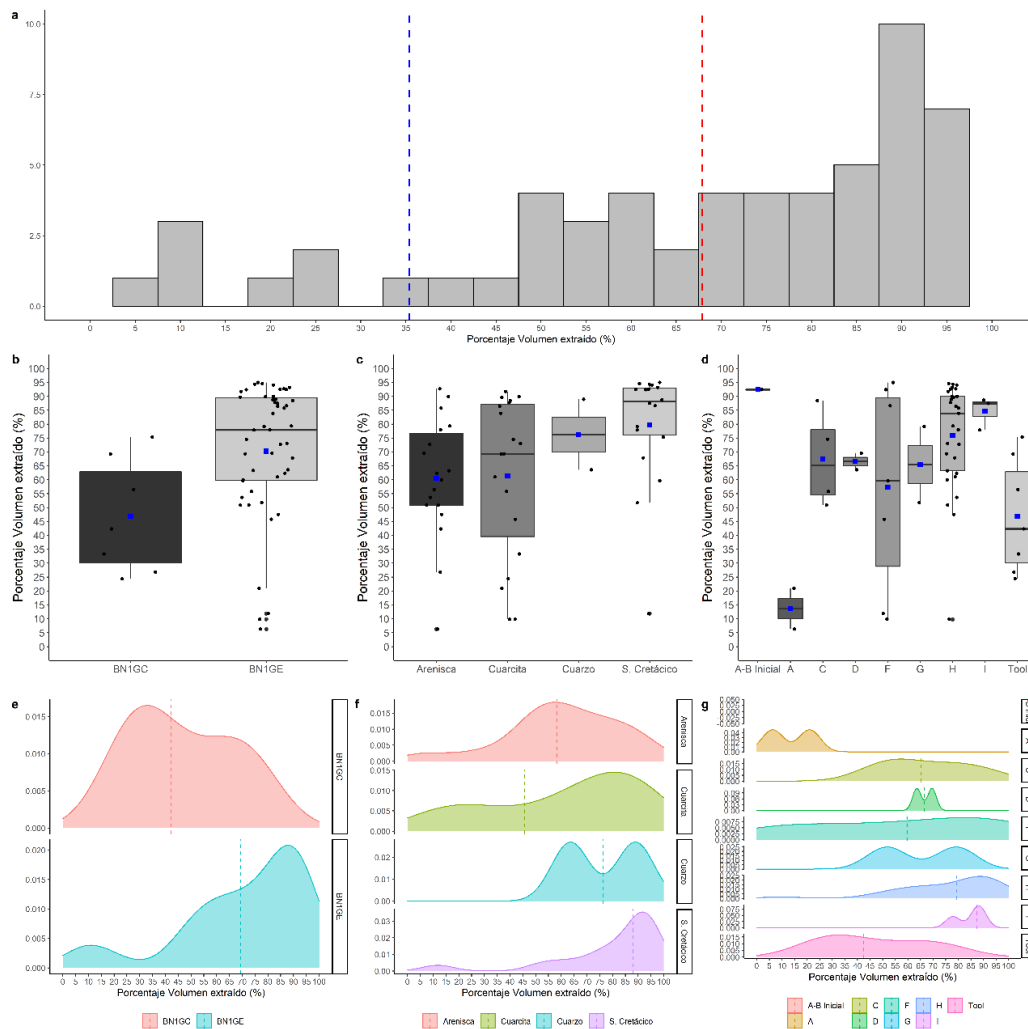


Figura 4.104. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto TD10.1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

Al separar los resultados por VSE, se puede observar como las VSE H e I presentan los valores más altos, con medias de entorno al 75%, doblando las obtenidas para los grupos A-B inicial y A. En un rango intermedio se encuentran las VSE D y G, que son ligeramente superiores a las obtenidas para los grupos VSE C y F (Figura 4.104; Tabla S 8.210-Tabla S 8.212).

Estas diferencias en la reducción inferida por materias primas no pueden explicarse por la aplicación sistemática de estrategias de tallas concretas para cada litología, ya que los resultados del SPI muestran unos valores centrales similares, que enmascaran la gran variabilidad documentada en todas las materias primas. Esta variabilidad sugiere una gran diversidad en las estrategias de talla aplicadas en cada materia prima, por lo que las diferencias en la distribución de los valores del SPI pueden venir dadas por una frecuencia diferencial de las VSE por materia prima. En este sentido, se pueden distinguir *grosso modo* tres grandes grupos de VSE en función de los resultados del SPI. Por un lado, la VSE A y las BN1GC, con valores muy concentrados y próximos a 1; en segundo lugar, un grupo intermedio, donde se localizarían las VSE A-B inicial, C, D y F, con medias en torno a 0.7, aunque presentan una variabilidad ligeramente superior; en tercer lugar, las VSE G, H e I, que presentan los valores inferiores, con medias en torno a 0.4 y una gran variabilidad interna (Figura 4.105; Tabla S 8.204-Tabla S 8.206).

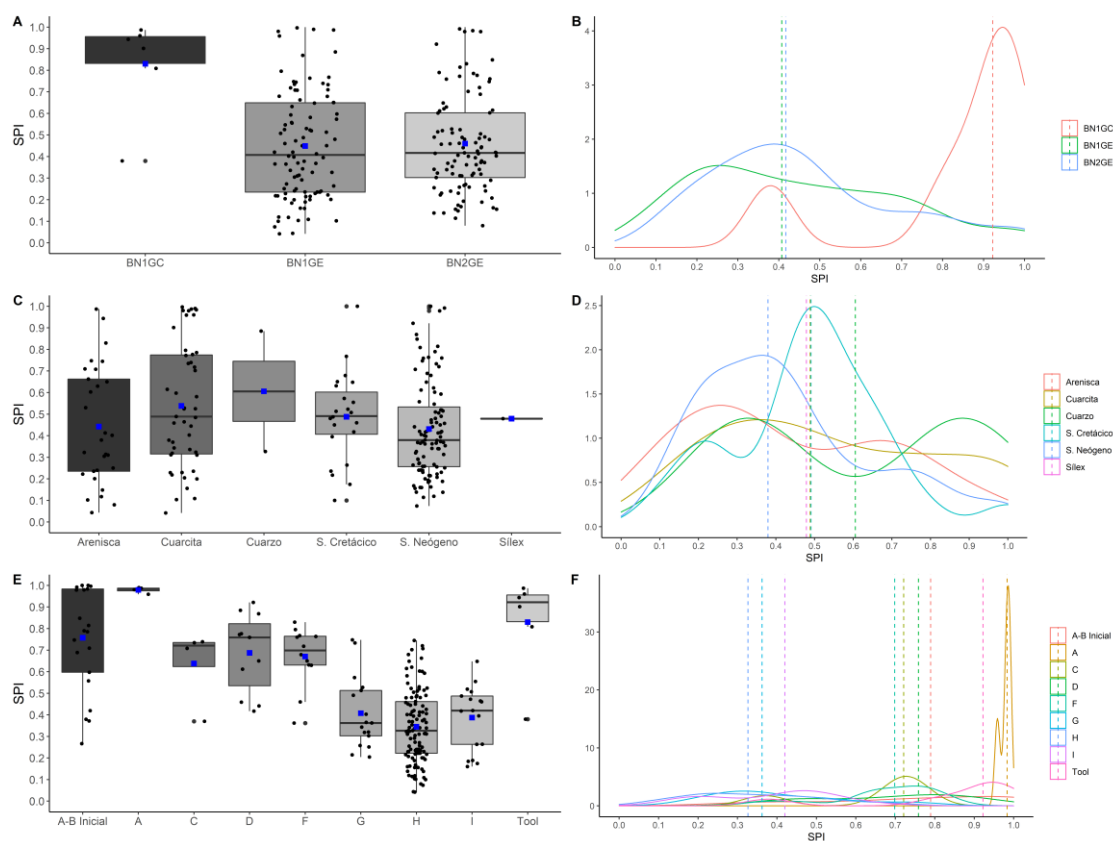


Figura 4.105. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto TD10.1. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.

Estas diferencias en el SPI parecen explicarse por el peso relativo de cada estrategia de talla en cada materia prima, y no tanto por la gestión de las distintas litologías.

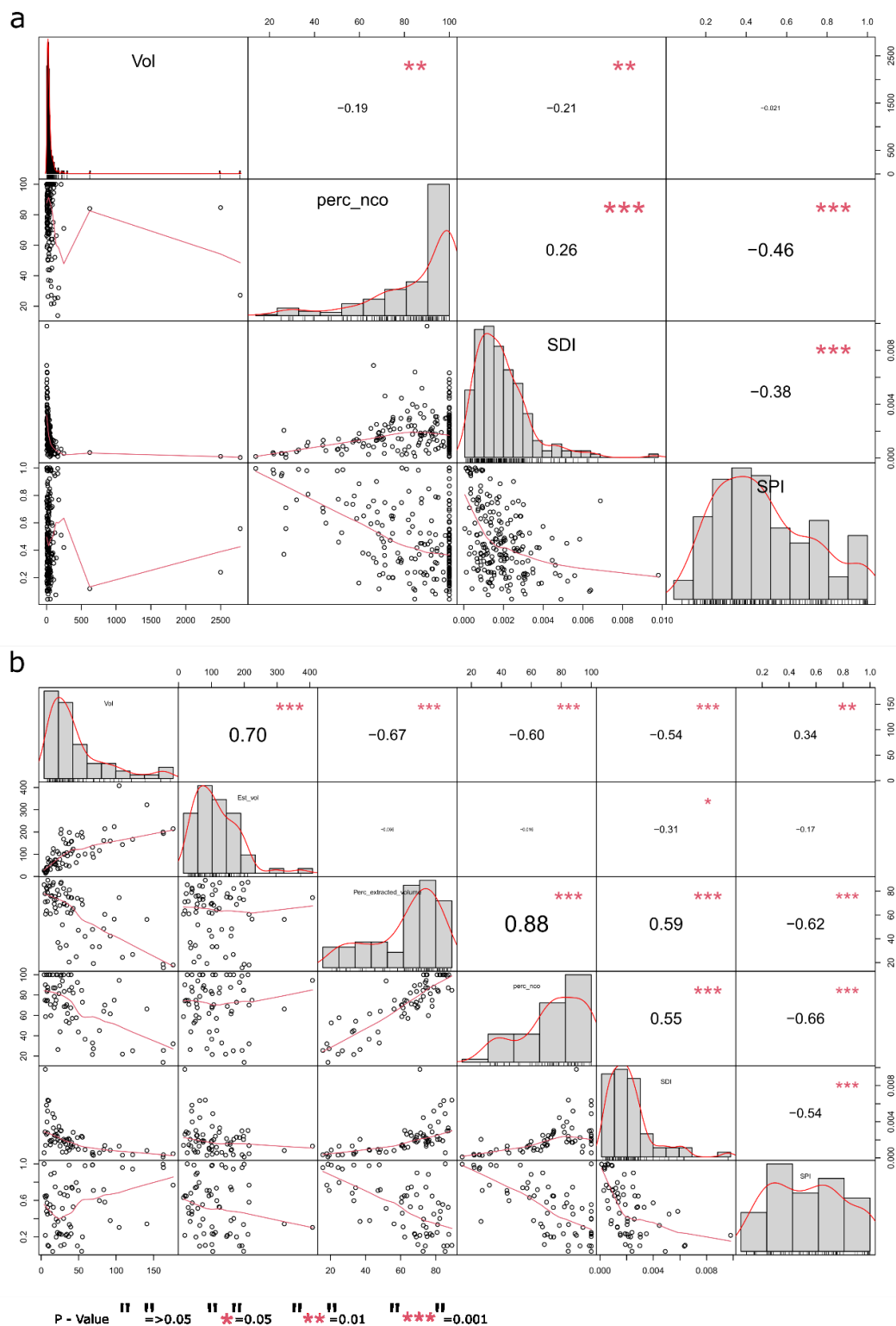


Figura 4.106. Matrices de correlaci3n para las distintas variables analizadas del conjunto TD10.1. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribuci3n de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráfcos de dispersi3n bivariados con una lnea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlaci3n m1s el nivel de significaci3n como estrellas.

Los índices de reducción muestran una correlación positiva alta, especialmente entre el porcentaje de volumen extraído estimado a través del VRM y el porcentaje de superficie no cortical ($r = 0.88$, $r^2 = 0.76$, $p < 0.05$). Mientras, el SDI presenta correlaciones moderadas tanto con el porcentaje de volumen extraído ($r = 0.59$, $r^2 = 0.34$, $p < 0.05$), como con el porcentaje de superficie no cortical ($r = 0.55$, $r^2 = 0.30$, $p < 0.05$). Sin embargo, esta última correlación pierde fuerza cuando se incorpora el sílex neógeno en la ecuación ($r = 0.26$, $r^2 = 0.06$, $p < 0.05$), debido al gran número de núcleos de sílex neógeno que no conservan córtex.

La correlación entre porcentaje de volumen extraído y SPI es negativa y moderada ($r = -0.61$, $r^2 = 0.38$, $p < 0.05$), siendo similar respecto al porcentaje de superficie no cortical ($r = -0.65$, $r^2 = 0.43$, $p < 0.05$) y el SDI ($r = -0.53$, $r^2 = 0.28$, $p < 0.05$). De nuevo, esta tendencia es más débil si incluimos los núcleos de sílex neógeno y comparamos el SPI con el porcentaje de superficie no cortical ($r = -0.46$, $r^2 = 0.21$, $p < 0.05$) y el SDI ($r = -0.37$, $r^2 = 0.14$, $p < 0.05$).

A pesar de que en este caso parece haber una tendencia a que los núcleos más agotados a nivel volumétrico, o por lo menos los de menor tamaño, están más reducidos (ver Figura 4.106), ni el volumen remanente ni el volumen original de los soportes parecen influir en las estrategias de talla aplicadas, ya que la correlación es inexistente entre el SPI y el volumen remanente ($r = -0.02$, $r^2 = 0.00$, $p = 0.76$), así como respecto al volumen original estimado ($r = -0.16$, $r^2 = 0.02$, $p = 0.18$).

Por último, entre las distintas modalidades de las estrategias centrípetas (VSE H) no existen diferencias estadísticamente significativas ni en lo que respecta al SDI (K-W = 0.14), ni al porcentaje de superficie no cortical (K-W = 0.16), lo que indica un grado de reducción similar entre estos grupos. A pesar de esta homogeneidad en el grado de reducción, se repite el patrón identificado en la superficie de lascado de los núcleos asimétricos jerarquizados de TD10.2. Así, los núcleos asimétricos cuya cara de lascado es la plana presentan valores inferiores y una mayor variabilidad en la superficie de explotación preferencial (Cara A) (media = 0.58, SD = 0.17, CV = 30.37), especialmente si lo comparamos con los asimétricos cuya superficie preferencial es la convexa (media = 0.72, SD = 0.12, CV = 17.79) (Figura 4.107, Figura 4.108). En cambio, en la cara de preparación (Cara B), ambos grupos presentan resultados muy similares, tanto en los valores centrales, como en el rango de variación de los mismos (media = 0.79, SD = 0.14, CV = 18.61) y (media = 0.78, SD = 0.16, CV = 20.85). La diferencia entre ambas modalidades radica en que, mientras que en los núcleos asimétricos con cara plana preferencial existe una tendencia a una gestión de las distintas superficies de forma desigual, en los núcleos asimétricos cuya cara convexa es la jerarquizada se repiten las mismas estrategias, independientemente del rol de cada superficie. Esta última situación se repite en los núcleos no jerarquizados, presentando similitudes tanto entre los distintos grupos

(simétricos y asimétricos) como a nivel interno, independientemente del grado de convexidad de sus superficies.

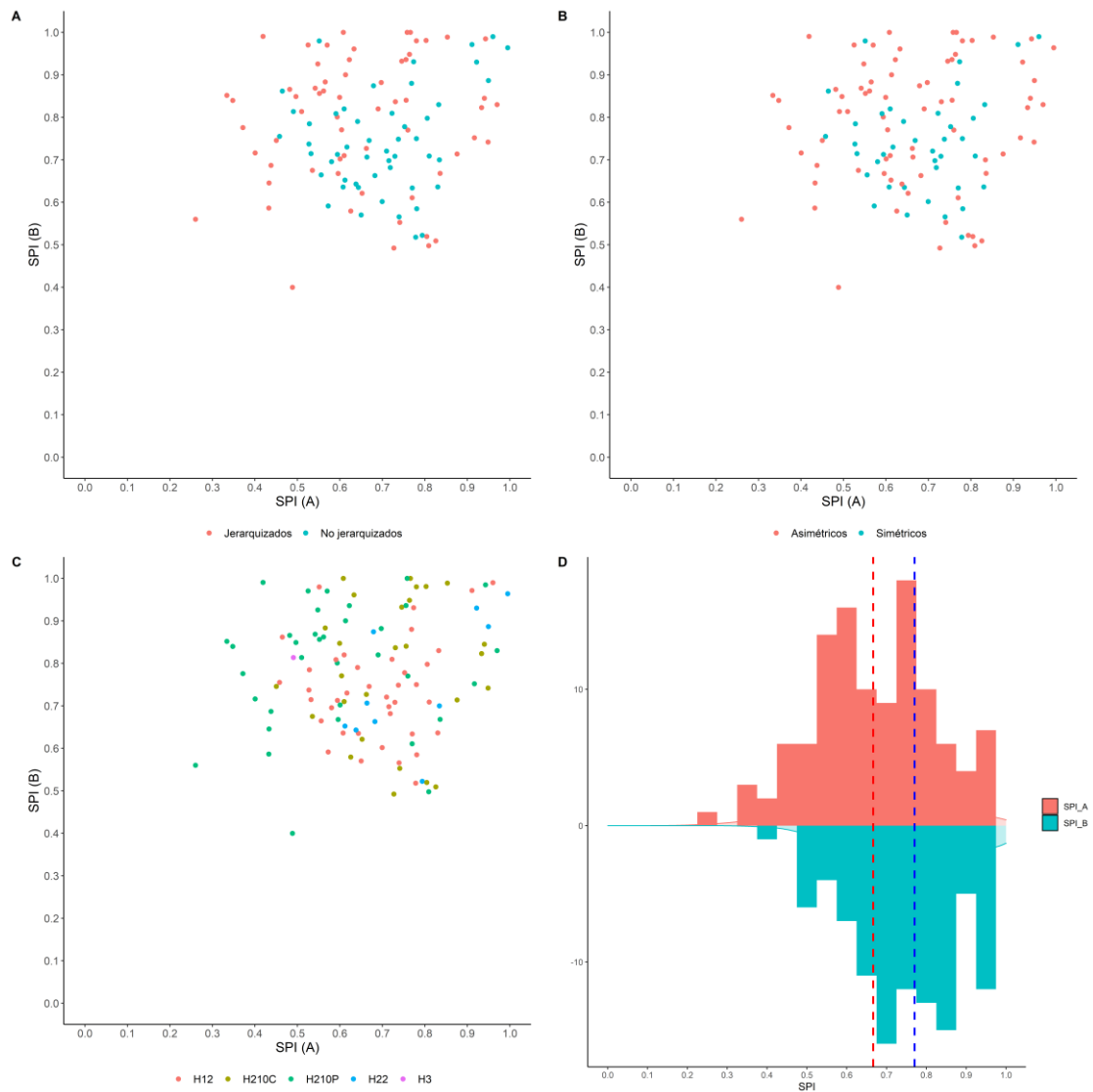


Figura 4.107. Scar Pattern Index por cada cara de los núcleos bifaciales centrípetos de TD10.1. (VSE H). a) Scatter plot comparando jerarquizados y no jerarquizados d, b) Scatter plot comparando simétricos y asimétricos, c) Scatter plot comparando las distintas modalidades de la VSE H. d) Histograma.

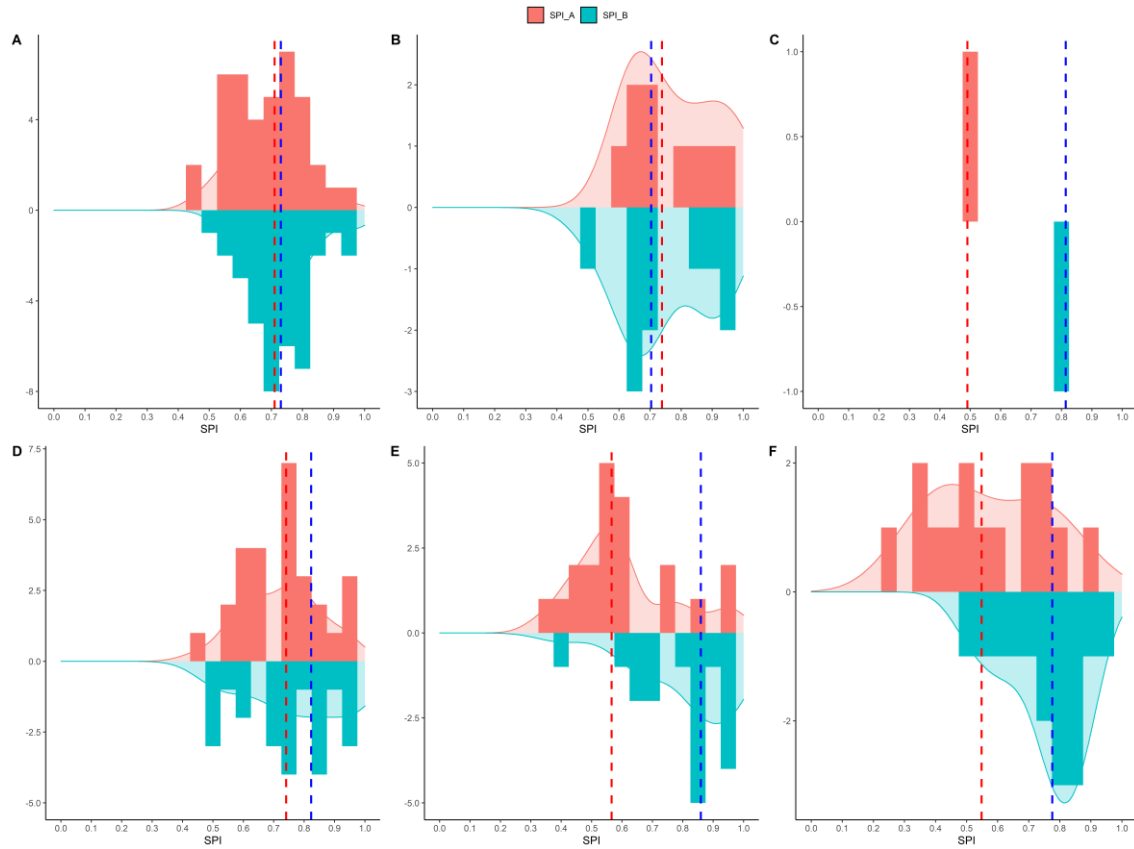


Figura 4.108. Histograma y línea de densidad del SPI por cada cara: a) Bifaciales centripetos simétricos no jerarquizados (H12), b) Bifaciales centripetos asimétricos no jerarquizados (H12), c) Trifaciales centripetos (H3), d) Bifaciales centripetos asimétricos jerarquizados – cara convexa preferencial (H210C), e) Bifaciales centripetos asimétricos jerarquizados – cara plana preferencial (H210P), f) Bifaciales centripetos asimétricos jerarquizados predeterminantes – cara plana preferencial (H211P). Las líneas de puntos roja y azul indican la mediana de la Cara A (preferencial) y de la Cara B respectivamente.

4.2.3.6 *Sumario resultados Gran Dolina TD10*

A lo largo de la secuencia de TD10 se puede observar una tendencia a la disminución en el volumen de los núcleos e instrumentos sobre canto. Sin embargo, esta tendencia no es gradual, ya que los conjuntos de las subunidades inferiores (TD10.4 y TD10.3) presentan volúmenes y dimensiones mayores, mientras en los superiores (TD10.2 y TD10.1) éstos disminuyen considerablemente.

En lo que respecta a la frecuencia por materias primas se puede observar una diversificación en el uso de las distintas litologías del entorno, en donde predomina ligeramente el sílex neógeno. TD10.2 es la excepción a esta tendencia ya que la frecuencia de núcleos de sílex neógeno es mucho mayor en comparación al resto de conjuntos, que contrasta con la ausencia casi total de núcleos en materiales fluviales.

Del mismo modo, en todos los conjuntos se produce un equilibrio entre el tipo de soporte empleado, sin que las lascas prevalezcan en gran medida sobre los cantos o nódulos, ni viceversa. Sin embargo, existe una adecuación entre la materia prima y el tipo de formato, ya que las lascas son el soporte preferente en los núcleos de sílex neógeno, mientras que en los materiales fluviales y en el sílex cretácico es más abundante el uso de cantos y nódulos como soportes respectivamente.

Desde el punto de vista tecnológico, los conjuntos de TD10.4 y TD10.3 se caracterizan por presentar una gran variabilidad tanto a nivel de los tipos de estructuras volumétricas de explotación identificadas como en la frecuencia de las mismas, especialmente teniendo en cuenta el reducido número de núcleos recuperados.

No obstante, se han identificado una serie de patrones en función de la materia prima y/o del tipo de soporte: los núcleos realizados sobre cantos de cuarcita y arenisca presentan, por lo general, una explotación de tipo unipolar longitudinal empleando como plataformas superficies completamente corticales. Aunque también se han documentado estrategias bifaciales ortogonales y opuestas (VSE F), realizando series unipolares longitudinales por cada una de las caras y en menor medida algún núcleo unifacial con tendencia centrípeta (VSE D). Los núcleos de sílex cretácico se gestionan de forma ortogonal (VSE F) en TD10.3, aunque no se han recuperado núcleos de esta materia prima en TD10.4. Los núcleos de sílex neógeno, por otra parte, se gestionan de forma diferencial en función del tipo de soporte empleado: en los soportes lascas, la explotación se adecúa a la morfología de la lasca-soporte, con dos superficies opuestas entre sí, articulada a través de estrategias centrípetas (VSE H). En cambio, cuando el soporte es un nódulo o un fragmento, la explotación se organiza mediante series longitudinales sobre una (VSE B), dos (VSE F) o tres o más superficies contiguas (VSE I), e

incluso se ha podido documentar el empleo de la técnica bipolar sobre yunque en algún caso (VSE J). En estos tipos de soporte, tanto el volumen remanente de los núcleos como los diferentes estimadores de reducción apuntan a una reducción poco intensa de los mismos.

En cambio, en los conjuntos líticos de TD10.2 y TD10.1 predominan las estrategias bifaciales centrípetas (VSE H) independientemente de la litología empleada y del tipo de soporte, lo que muestra un elevado grado de independencia con respecto a las condiciones morfo-volumétricas impuestas por el soporte de partida. Este tipo de estrategias se caracterizan por un alto nivel de variabilidad técnica, ya que se han identificado hasta seis modalidades diferentes. En las cuales se puede observar la gestión diferencial del volumen en función de la morfología y del carácter de preparación/explotación de cada superficie, produciéndose orientaciones de levantamientos diferentes en función de cada cara en cada modalidad.

Estas modalidades muestran similitudes entre los dos conjuntos en lo que respecta al peso relativo de cada modalidad dentro del conjunto de este tipo de núcleos, produciéndose un equilibrio en las proporciones entre los distintos grupos.

Dentro de estas modalidades destaca aquellos núcleos que comparten ciertos caracteres con los descritos por el método Levallois: la concepción volumétrica del núcleo está estructurada a partir de dos superficies jerarquizadas de convexidad opuesta mientras la cara que actúa como superficie de lascado preferencial presenta las convexidades bilateral y próximo-distal, los negativos de la cara de lascado muestran una superficie subparalela o secante al plano de intersección. No obstante, este tipo de núcleos presentan algunas diferencias con respecto a los criterios clásicos: la preparación de estas convexidades es mínima ya que generalmente aprovechan la propia morfología del soporte, ya sea de forma natural o la morfología obtenida con extracciones previas no predeterminantes. Por otro lado, también destaca la escasa preparación de los planos de percusión, documentándose en porcentajes marginales.

Además, a diferencia de los conjuntos de TD10.4 y TD10.3, en los conjuntos de los niveles superiores abundan los núcleos en fases iniciales de explotación (A-B inicial) que en la mayoría de casos se corresponden a pequeños fragmentos y lascas de sílex neógeno con un escaso potencial productivo y en los cuales se extraen muy pocas lascas, lo que puede indicar un aprovechamiento más intenso de las matrices.

Los núcleos trifaciales y multifaciales multipolares ortogonales (VSE I) parecen ir en esta línea de aprovechamiento maximal en TD10.2 y TD10.1, ya que, a diferencia de las unidades inferiores, estos núcleos presentan por lo general unos volúmenes y dimensiones muy pequeños en el momento de descarte, que, junto con los datos obtenidos a través de las diferentes aproximaciones metodológicas, apuntan a una mayor reducción de este tipo de soportes. Esto es especialmente claro en TD10.1. Sin embargo, la presencia de este tipo de

núcleos que presentan unas mayores dimensiones junto con una menor reducción estimada indica que este tipo de estructuras volumétrica de explotación no se corresponden exclusivamente a momentos finales de la secuencia de reducción, sino que se aplica desde momentos iniciales en aquellos bloques de gran tamaño y morfología más o menos cúbica.

El sílex cretácico en ambos conjuntos se explota más frecuentemente siguiendo estrategias centrípetas, aunque también se han identificado estrategias ortogonales sobre dos superficies (VSE F) o más (VSE I) -especialmente en TD10.1-, presentando similitudes con respecto a la subunidad TD10.3, e incluso a la subunidad TD6.2 en lo que se refiere a la presencia de este tipo de estrategias, pero también en cuanto a los volúmenes remanentes e intensidad de reducción de los núcleos de esta materia prima. De esta manera, en los conjuntos analizados de la Gran Dolina, los núcleos de sílex cretácico presentan sistemáticamente volúmenes más reducidos que sus análogos en otras litologías, así como un mayor grado de reducción inferido a través de los diferentes estimadores de reducción, aunque con algunas excepciones. El porcentaje de superficie no cortical, sin embargo, es sistemáticamente mayor en los núcleos sobre lasca de sílex neógeno.

Por otro lado, TD10.2 y TD10.1 presentan ciertas diferencias, entre las que destaca principalmente la proporción de las distintas materias primas. Así, TD10.2 se trata de un conjunto prácticamente monoespecífico de sílex neógeno, aunque la sobrerrepresentación de esta litología es más acusada a nivel de conjunto general (Ollé et al., 2013), que exclusivamente en los núcleos. En cambio, en TD10.1, aunque predomine ligeramente el sílex neógeno hay un mayor equilibrio en la proporción de las distintas materias primas. Otra de las diferencias radica en la propia gestión de los materiales fluviales, ya que, aunque escasos, en TD10.2 se gestionan siguiendo estrategias unipolares longitudinales (VSE A) de forma similar a las subunidades inferiores, mientras que en TD10.1 se ha podido documentar un amplio abanico de estrategias aplicadas en estas litologías, abarcando desde estrategias unipolares longitudinales a estrategias más complejas como las bifaciales centrípetas con jerarquización entre caras. Además, en TD10.1, a diferencia de TD10.2 se ha podido distinguir una gestión volumétrica en núcleos bifaciales conceptualmente distinta a las modalidades centrípetas (VSE G).

En lo que respecta a los configurados sobre canto, en los niveles inferiores se puede inferir una selección morfológica diferencial de los soportes de la misma materia prima en función del objetivo. Así, seleccionan cantos de cuarcita más largos y planos los cantos para su configuración y más compactos aquellos seleccionados para su explotación. Esto es posible gracias a las grandes proporciones de remanencias corticales que se mantienen en este tipo de

litologías a partir de los cuales no sólo permiten inferir las dimensiones y morfologías de los soportes seleccionados, sino también una baja reducción a nivel general.

Esta selección de cantos diferencial es más difícil de apreciar en los niveles superiores, tanto por el bajo número de objetos recuperados en materiales fluviales en el caso de TD10.2, pero especialmente por el tipo de explotación empleada, ya que en los núcleos reducidos mediante estrategias centrípetas se elimina mayor cantidad de superficie cortical perdiendo información relevante sobre las condiciones morfológicas de los soportes de partida. Sin embargo, en algunos casos se puede observar la selección de cantos aplanados para su configuración.

4.2.4 Galería

4.2.4.1 GIIa

En la subunidad GIIa se han recuperado un total de 8 núcleos, que corresponden al 2.11% del conjunto lítico (García-Medrano, 2010). De ellos, 4 están realizados sobre canto o nódulo y 4 sobre lasca. Con respecto a la distribución por materias primas, se han identificado 4 núcleos realizados en sílex neógeno, 3 en sílex cretácico y 1 en cuarcita. Todos los núcleos de sílex neógeno se han realizado sobre lasca, mientras que los núcleos de cuarcita y sílex cretácico se han realizado sobre canto y nódulo, respectivamente (Tabla 4.37).

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	S. CRETÁCICO	S. NEÓGENO	TOTAL
BN1GE	-	-	1 (100%)	3 (100%)	-	4 (50%)
BN2GE	-	-	-	-	4 (100%)	4 (50%)
TOTAL	-	-	1 (12.5%)	3 (37.5%)	4 (50%)	8 (100%)

Tabla 4.37. Subunidad GIIa. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima.

Con respecto a las BN1GC, se han recuperado un total de 12 efectivos, la gran mayoría realizados sobre materiales fluviales, destacando especialmente la cuarcita (58.33%) y la arenisca (25%), mientras que únicamente se ha recuperado un efectivo realizado en caliza y otro en sílex neógeno (Tabla 4.38).

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	S. CRETÁCICO	S. NEÓGENO	TOTAL
BN1GC	3 (25%)	1 (8.33%)	7 (58.33%)	-	1 (8.33%)	12 (100%)

Tabla 4.38. Subunidad GIIa. Frecuencia de BN1GC por materia prima.

Existen diferencias muy acentuadas en lo que respecta al volumen remanente en función de la categoría estructural (Figura 4.109, Tabla S 8.214). De este modo, mientras las BN1GC presentan valores muy elevados (con valores centrales de 99.23 cm³), las BN2GE (57.79 cm³), y especialmente las BN1GE (18.82 cm³) presentan valores más reducidos, siendo estas diferencias estadísticamente significativas en la distribución de los valores entre las BN1GE y las BN1GC (K-S=0.03) (Tabla S 8.215-Tabla S 8.216). Estas diferencias se explican por la propia variabilidad interna de las BN1GE, ya que existe un contraste muy marcado entre el núcleo de cuarcita de grandes dimensiones y los núcleos de sílex cretácico.

Las BN1GC presentan una longitud y anchura mayores que los núcleos, especialmente comparadas con los núcleos de sílex cretácico (Figura 4.110; Figura 4.111, Tabla S 8.217-Tabla S 8.222). No obstante, no encontramos diferencias estadísticamente significativas en el espesor entre las distintas categorías estructurales (Tabla S 8.223-Tabla S 8.225).

Al comparar los núcleos e instrumentos sobre canto en función de la materia prima sobre la que están realizados, también se pueden observar diferencias volumétricas marcadas. Así, mientras que la mediana de los núcleos realizados en sílex cretácico es de 16.80 cm^3 , para el sílex neógeno y la arenisca asciende hasta aproximadamente 50 cm^3 , mientras que la cuarcita llega casi hasta los 200 cm^3 . De hecho, los resultados de las pruebas estadísticas M-W y K-S muestran un escenario de gran variabilidad entre las distintas materias primas, tanto en lo referente al volumen, como respecto a las dimensiones (Tabla S 8.226 - Tabla S 8.237).

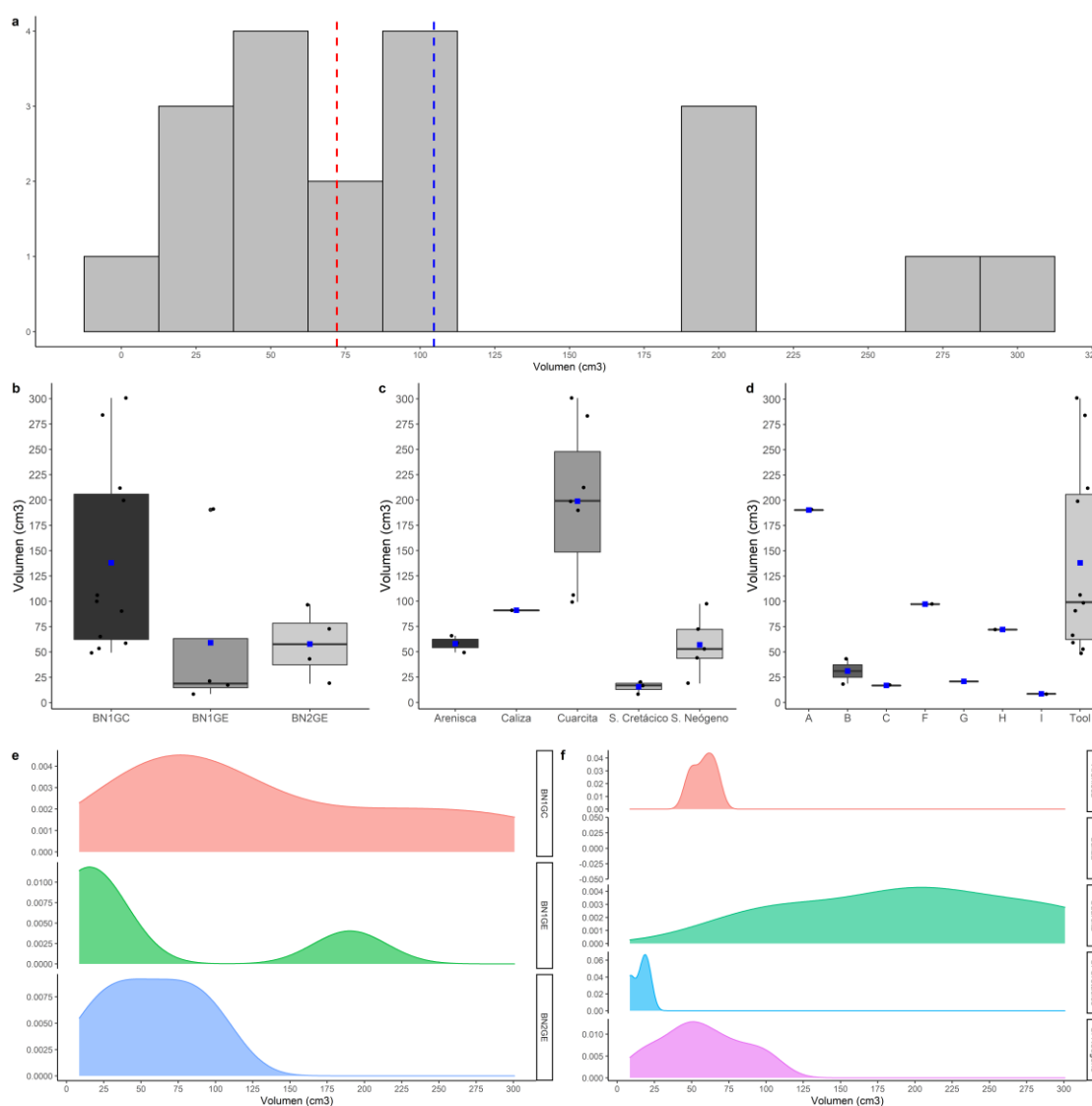


Figura 4.109. Volumen remanente (cm^3) del conjunto GIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

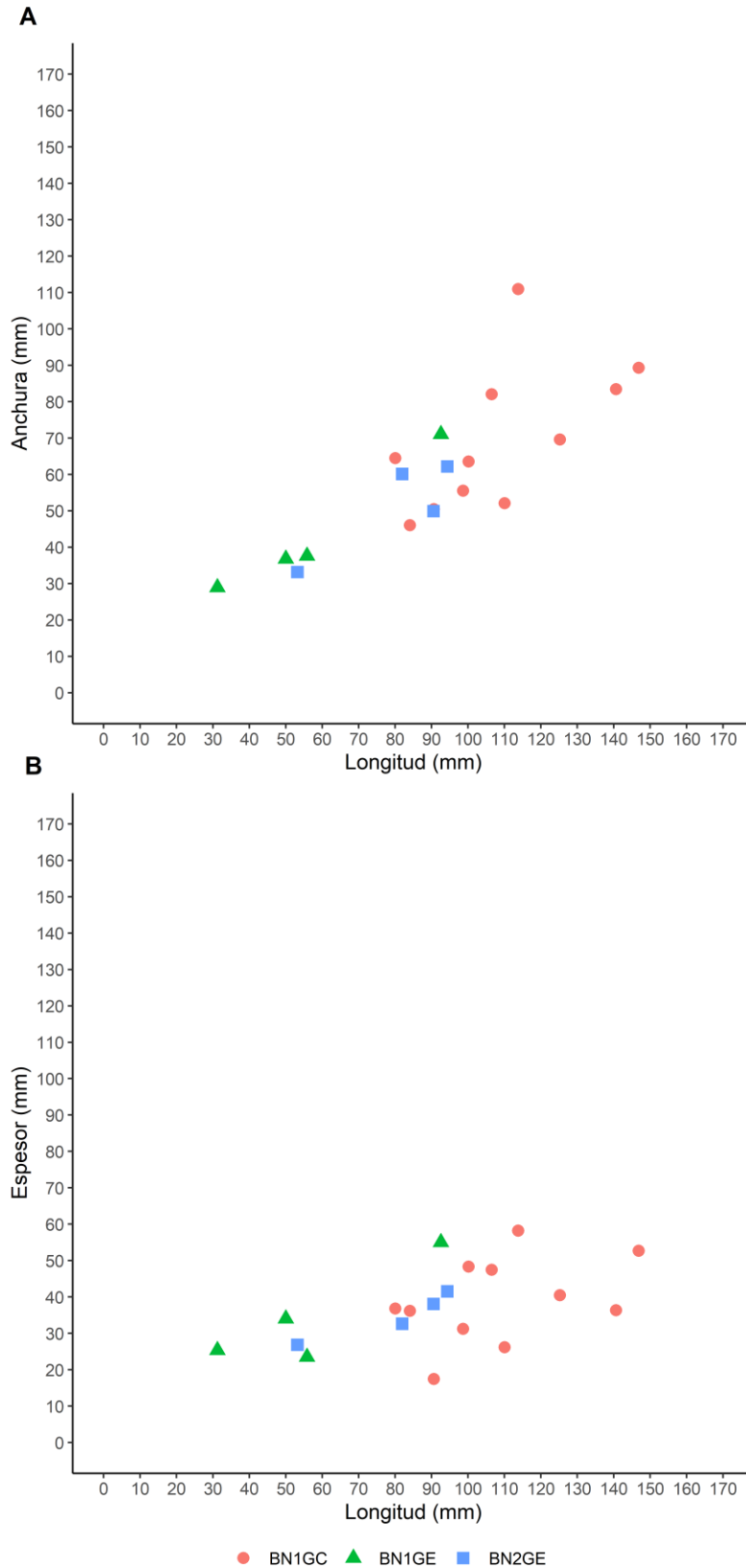


Figura 4.110. Subunidad GIIa. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.

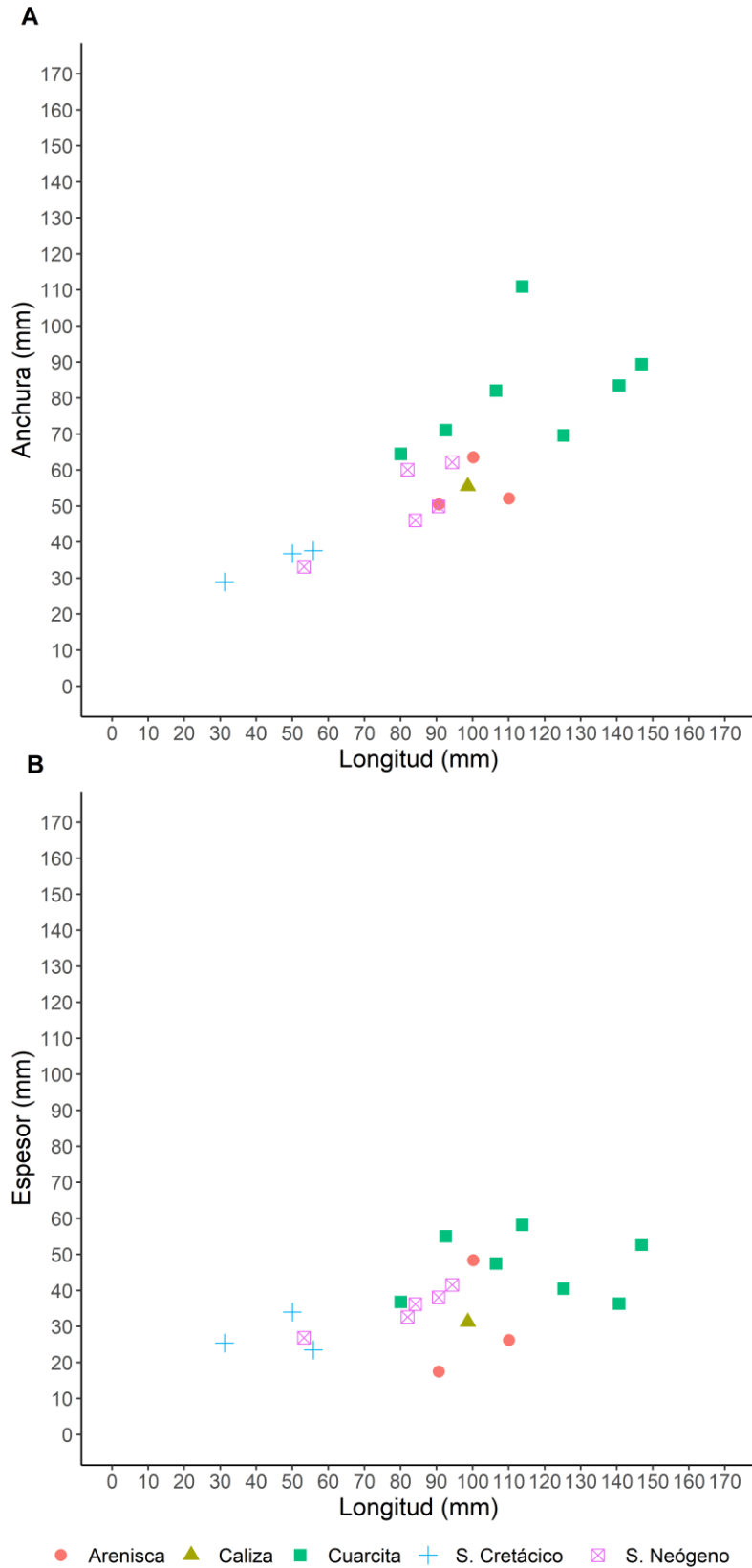


Figura 4.111. Subunidad GIa. Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por materia prima.

En lo referente al número de superficies intervenidas en los núcleos, se produce un predominio a nivel general de núcleos con una única superficie intervenida, seguido por los núcleos bifaciales. En los núcleos sobre lasca hay una proporción similar entre unifaciales y bifaciales, mientras que en los núcleos sobre canto o nódulo se han documentado núcleos unifaciales, bifaciales y trifaciales (Tabla 4.39).

	UNIFACIAL	BIFACIAL	TRIFACIAL	TOTAL
BN1GE	2 (50%)	1 (25%)	1 (25%)	4 (50%)
BN2GE	2 (50%)	2 (50%)	-	4 (50%)
TOTAL	4 (50%)	3 (37.5%)	1 (12.5%)	8 (100%)

Tabla 4.39. Subunidad GIIa. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.

En cuanto al número de plataformas es más frecuente el uso de tres o más plataformas, seguido de los núcleos que presentan una única superficie de percusión. En los núcleos sobre lasca se produce un equilibrio entre núcleos unipolares y multipolares, mientras en los núcleos sobre canto o nódulo se han identificado estos mismos tipos, al que es preciso añadir un núcleo bipolar (Tabla 4.40).

	UNIPOLAR	BIPOLAR	MULTIPOLAR	TOTAL
BN1GE	1 (25%)	1 (25%)	2 (50%)	4 (50%)
BN2GE	2 (50%)	-	2 (50%)	4 (50%)
TOTAL	3 (37.5%)	1 (12.5%)	4 (50%)	8 (100%)

Tabla 4.40. Subunidad GIIa. Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.

Esta variabilidad en el número de plataformas de percusión y superficies de lascado se traduce en una gran variedad de estrategias representadas: en los núcleos unifaciales predominan las estrategias unipolares longitudinales, aunque también se ha documentado un núcleo cuyas extracciones se disponen de forma bipolar opuesta. En los núcleos bifaciales se han documentado estrategias bipolares/multipolares ortogonales y centrípetas, mientras que en el único núcleo trifacial recuperado las extracciones se disponen de forma multipolar ortogonal (Tabla 4.41).

	CENTRÍPETO	LONGITUDINAL	OPUESTO	ORTOGONAL	TOTAL
UNIFACIAL	-	3 (75%)	1 (25%)	-	4 (50%)
BIFACIAL	1 (33.33%)	-	-	2 (66.66%)	3 (37.5%)
TRIFACIAL	-	-	-	1 (100%)	1 (12.5%)
TOTAL	1 (12.5%)	3 (37.5%)	1 (12.5%)	3 (37.5%)	8 (100%)

Tabla 4.41. Subunidad GIIa. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.

A pesar de esta cierta variabilidad en las estrategias representadas, existe una cierta adecuación de las VSE identificadas en función de la materia prima (Tabla 4.42).

En primer lugar, el núcleo de cuarcita se explota de forma unipolar longitudinal sobre una de las caras estrechas del soporte (VSE A); esta explotación tiene poco recorrido perimetral (1C) y se emplean superficies corticales como plataforma de percusión con una relación angular abrupta entre la plataforma y la superficie de lascado (Figura 4.112b).

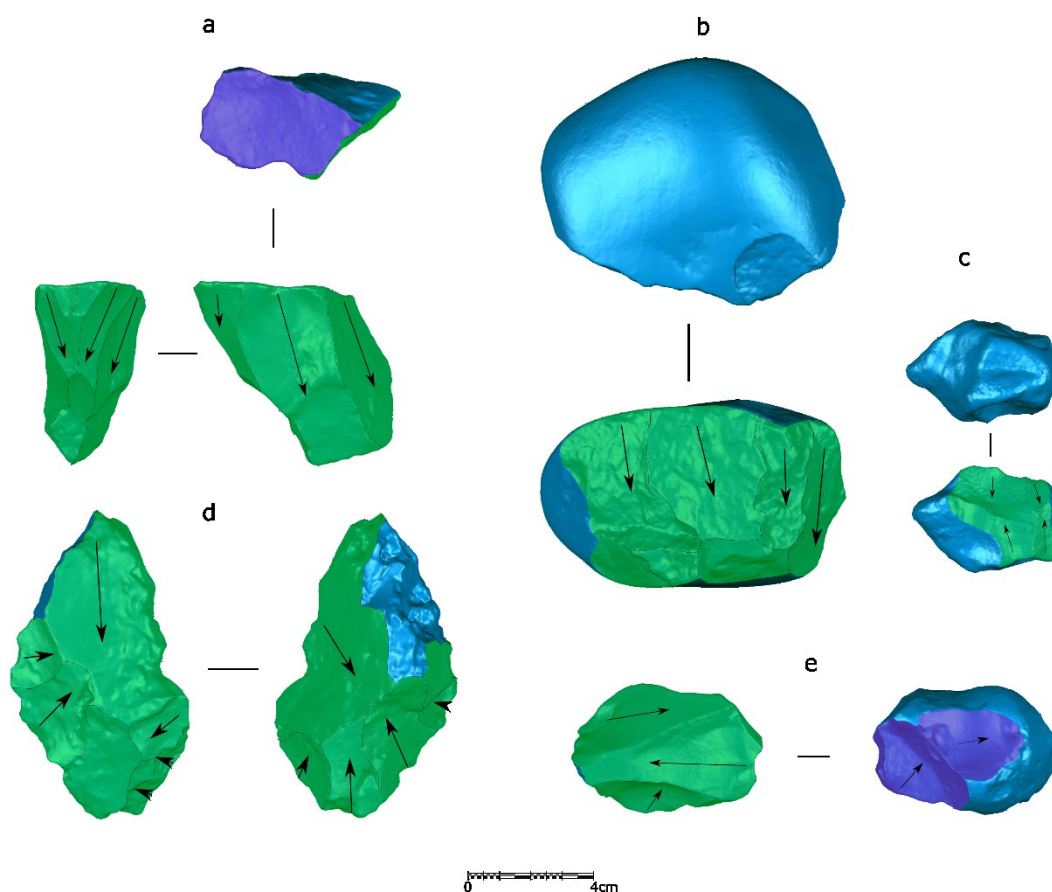


Figura 4.112. Nucleos recuperados en la subunidad GIIa. a) ATA93 TN2B G23 2 (s. neógeno), b) ATA96 TZ GIIa L03 246 (cuarcita), c) ATA95 TN2B G28 5 (s. cretácico), d) ATA94 TN2B G28 1 (s. neógeno), e) ATA94 TG7 E18 1 (s. cretácico).

Los núcleos de sílex cretácico se explotan en su totalidad siguiendo estrategias opuestas u ortogonales. Sin embargo, presentan variaciones en lo que respecta a las VSE. Así se ha documentado un núcleo que presenta extracciones opuestas entre sí sobre una única superficie de percusión (VSE C) (Figura 4.112c). Los otros dos núcleos se han reducido siguiendo estrategias ortogonales, bien sobre dos caras opuestas (VSE G), aunque una de las superficies se prepara para actuar como plataforma de percusión (Figura 4.112e), o bien sobre tres caras (VSE I). En este último caso parece que se trata de un momento de aprovechamiento final del

núcleo, en el que se utilizan los negativos previos como plataforma de percusión para las siguientes extracciones.

De los cuatro núcleos de sílex neógeno, dos de ellos se corresponden a la VSE B, en los que se explota una de las caras anchas del soporte. En un caso, esta explotación se realiza siguiendo el eje largo de la superficie de lascado (Figura 4.112a). Estos núcleos presentan un marcado desarrollo perimetral (3C) empleando superficies no corticales como plataforma de percusión.

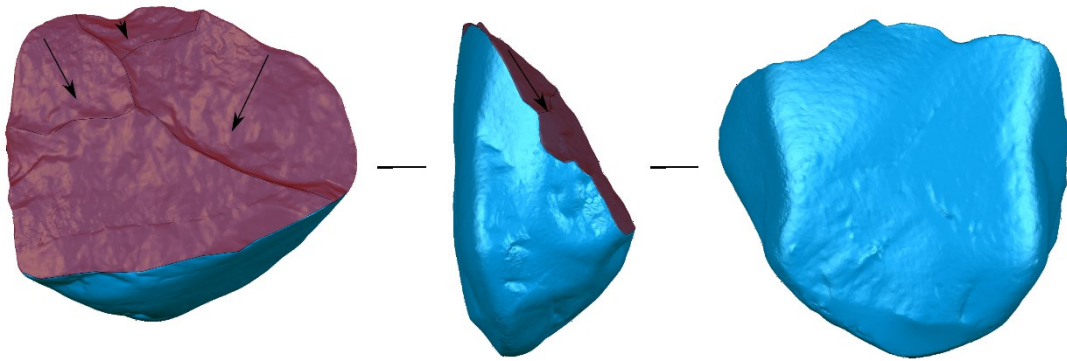
Los dos casos restantes corresponden a las VSE F y H. En el primer caso se explotan dos superficies opuestas de forma unipolar longitudinal, desde dos plataformas también opuestas entre sí, mientras que en el segundo se trata de un núcleo multipolar bifacial centrípeto en la que ambas caras, a pesar de presentar una marcada asimetría entre las dos superficies intervenidas, van intercambiando el rol a lo largo de la secuencia, actuando como plataforma de percusión y superficie de lascado (Figura 4.112d).

	A	B	C	F	G	H	I	BN1GC	TOTAL
ARENISCA	-	-	-	-	-	-	-	3 (100%)	3 (15.79%)
CALIZA	-	-	-	-	-	-	-	1 (100%)	1 (5.26%)
CUARCITA	1 (14.3%)	-	-	-	-	-	-	6 (85.7%)	7 (36.84%)
S. CRETÁCICO	-	-	1 (33.33%)	-	1 (33.33%)	-	1 (33.33%)	-	3 (15.79%)
S. NEÓGENO	-	2 (40%)	-	1 (20%)	-	1 (20%)	-	1 (20%)	5 (26.32%)
TOTAL	1 (5.26%)	2 (10.53%)	1 (5.26%)	1 (5.26%)	1 (5.26%)	1 (5.26%)	1 (5.26%)	11 (57.89%)	19 (100%)

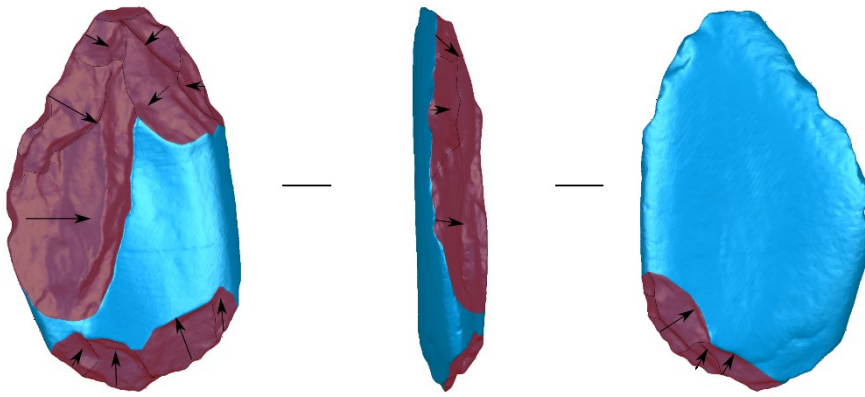
Tabla 4.42. Subunidad GIIIa. Frecuencia de las VSE en función de la materia prima.

Con respecto a las BN1GC, uno de los configurados ha sido descartado por su mal estado de conservación que impide un análisis completo. En los once casos restantes, se produce un equilibrio entre unificiales (n=6, 54.54%) y bifaciales (n=5, 45.45%). Con respecto a los primeros, el 50% se pueden describir como *choppers*, con extracciones marginales que afectan entre NC y 1C del perímetro, preservando la mayor parte de la superficie sin modificar. Dentro de los unificiales, se ha recuperado también un denticulado realizado en cuarcita, así como un canto que, aunque morfológicamente se puede considerar un bifaz, sólo se ha configurado una superficie mediante extracciones muy profundas con angulaciones simples, cuyo retoque abarca prácticamente toda la superficie del soporte. El último retocado unifacial sobre canto presenta únicamente un retoque marginal tanto con respecto al filo como a la superficie, en un sector específico del soporte (1C).

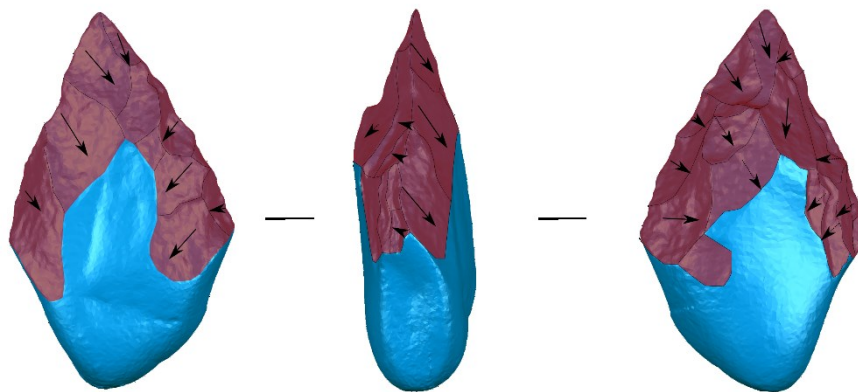
a



b



c



0 4cm

Figura 4.113. BNIGC recuperados en la subunidad GIIa: a) ATA95 TN2B G23 2 (cuarcita); b) ATA95 TN2B H23 1 (arenisca); c) ATA94 TG7 F20 4 (cuarcita).

Por su parte, los bifaciales se pueden dividir en *chopping tools* (n=2), hendedores (n=1), bifaces (n=1) y picos (n = 1). Con respecto a los primeros, están realizados en caliza y sílex neógeno. El retoque afecta a 2C de los soportes, generando un filo sinuoso o recto mediante extracciones con ángulos simples. En el instrumento de caliza, las extracciones invaden muy poca superficie del soporte, preservando una gran cantidad de córtex. En el caso del sílex neógeno, estas extracciones son más profundas; sin embargo, la zona proximal y mesial se mantiene sin modificar. En el hendedor, realizado sobre un canto de cuarcita, se configura un filo recto distal mediante dos series unipolares longitudinales (una por cada cara), transversales al eje técnico. Sólo se ha identificado una generación de levantamientos que afecta a aproximadamente el 50% del perímetro, preservando una gran parte de la superficie cortical del canto a pesar de la profundidad de los levantamientos con respecto a las caras. El bifaz está realizado sobre un canto de arenisca y presenta una única generación de levantamientos que afecta a 3C del perímetro, pero de forma desigual entre las superficies. De esta manera, en una de las caras se preserva parte del filo distal sin modificar, mientras que en la cara opuesta es la zona proximal la que no se ha configurado. Con respecto al pico, realizado sobre un canto de cuarcita, en realidad responde a una tipología intermedia entre pico-bifaz, ya que presenta una morfología uniangular y apuntada en la zona distal. La configuración se ha realizado mediante dos generaciones de levantamientos y afecta a la mitad del perímetro, preservando la morfología original del soporte sin modificar en la base (Figura 4.113).

En general, tanto los núcleos como los grandes instrumentos presentan un bajo grado de reducción/configuración. De hecho, si atendemos al porcentaje de superficie no cortical, observamos cómo los núcleos y configurados de arenisca, caliza y cuarcita presentan de media valores que oscilan entre el 30-45% de superficie no cortical. Este valor aumenta en los núcleos de sílex cretácico, llegando al 61.94% y, especialmente, en los realizados en sílex neógeno, que alcanzan los valores superiores, con una media de 81.71%, aunque la gran mayoría de los núcleos realizados en esta materia prima presentan porcentajes completamente no corticales (Figura 4.114, Tabla S 8.238-Tabla S 8.240).

Estas diferencias en el porcentaje de superficie no cortical, además de hablarnos de la escasa modificación que han experimentado los soportes durante su explotación/configuración - especialmente en el caso de la cuarcita-, también son un reflejo indirecto de una gestión diferencial de la materia prima, ya que, atendiendo al SPI, se observan diferencias muy marcadas de acuerdo con cada litología. De este modo, la cuarcita presenta los valores más altos de SPI (media=0.75, mediana=0.94), puesto que en general la reducción de esta materia prima se realiza a través de pocas extracciones y de forma unipolar longitudinal, ya sea para la explotación como para la configuración de un filo distal (*choppers*, *chopping tools*, hendedor). Los núcleos de sílex neógeno presentan valores ligeramente inferiores, pero

similares (media=0.72, mediana=0.73), debido especialmente a la presencia de tres núcleos que se gestionan de forma unipolar longitudinal sobre una (VSE B) o dos caras (VSE F) (Figura 4.115).

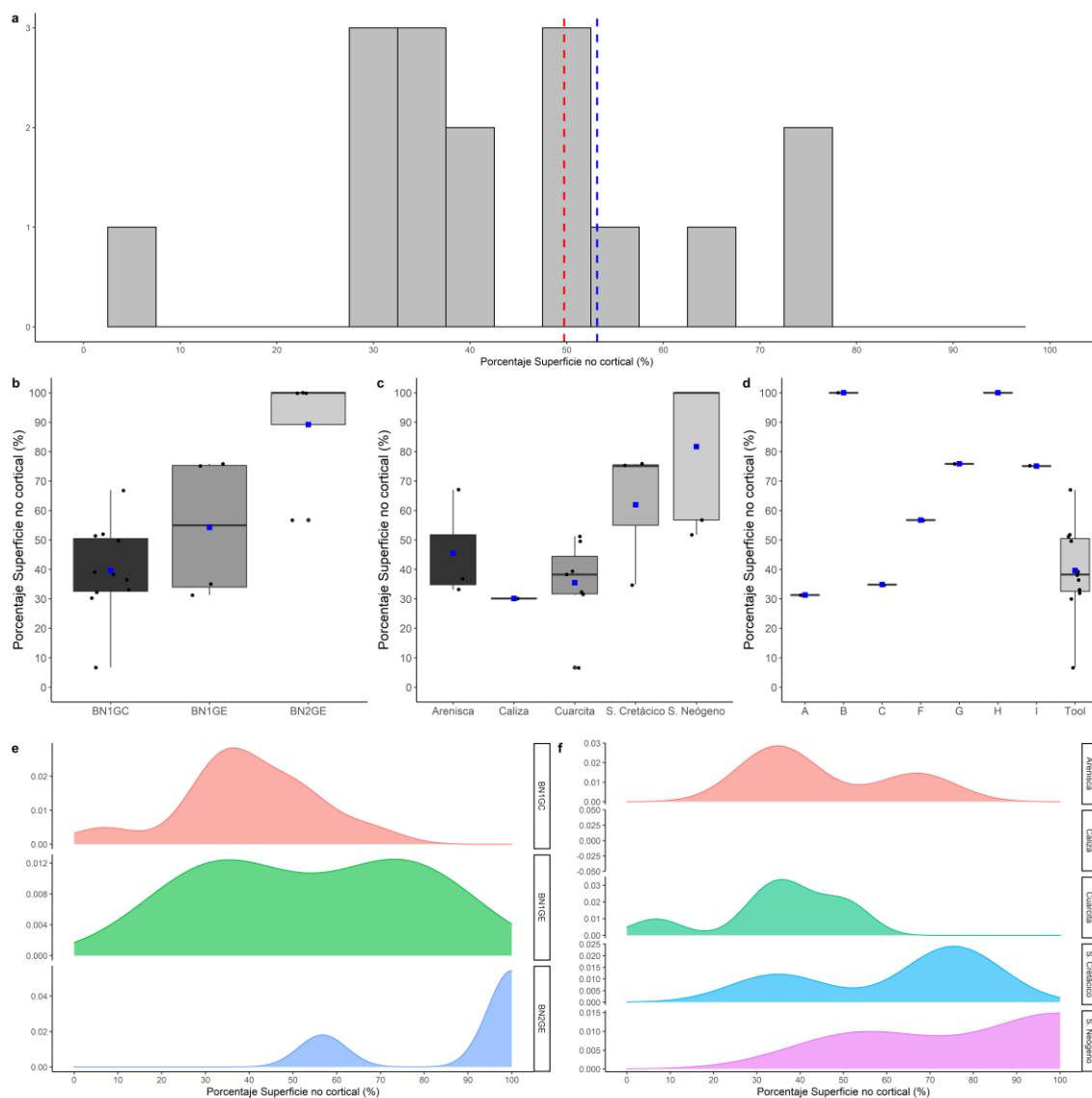


Figura 4.114. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto GIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

En el lado contrario se encuentran la arenisca, la caliza y el sílex cretácico, que presentan valores inferiores, con una media de 0.44, 0.22 y 0.41, respectivamente. Como hemos visto, en el caso del sílex cretácico se debe a la aplicación de estrategias ortogonales, mientras que la caliza y arenisca se corresponden con procesos de configuración (Tabla S 8.241-Tabla S 8.243).

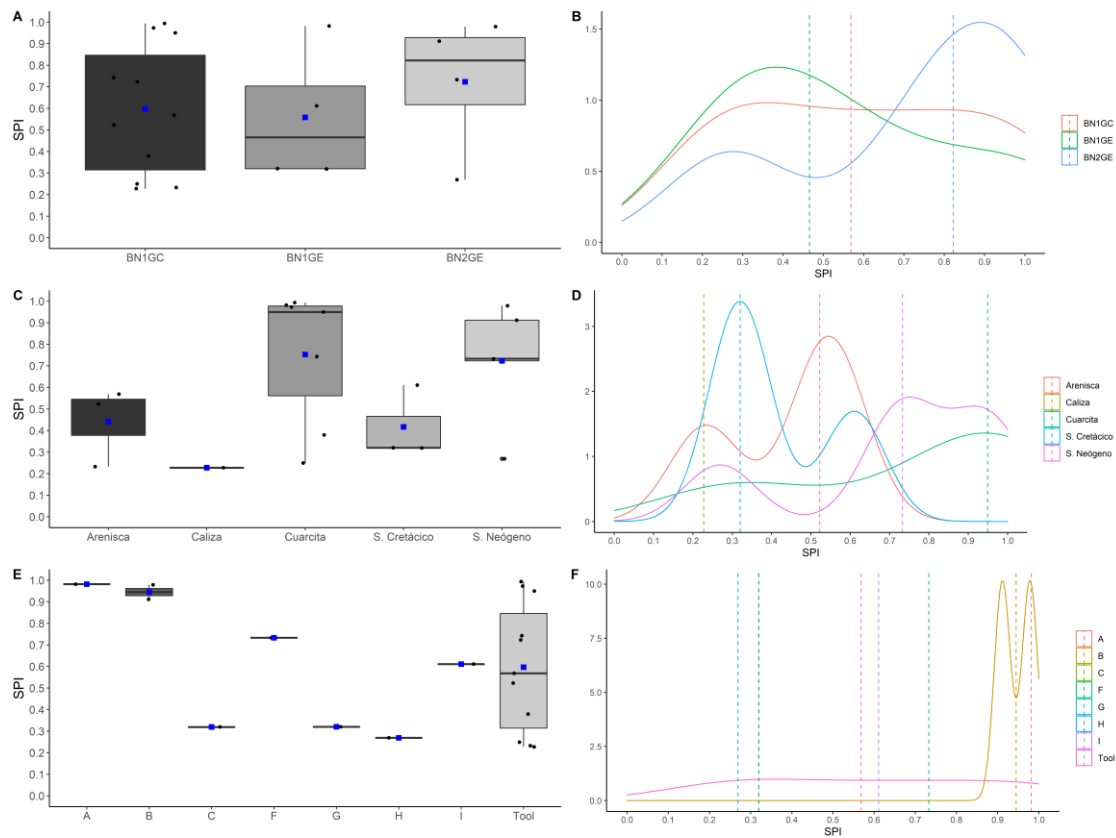


Figura 4.115. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto GIIa. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.

Los resultados del SDI coinciden con los obtenidos a través del porcentaje de superficie no cortical, ya que los instrumentos y núcleos sobre cantos de cuarcita generalmente presentan valores inferiores al resto de las materias primas. En cambio, las demás litologías presentan valores bastante homogéneos entre sí, siendo ligeramente inferiores en el caso del sílex neógeno (Figura 4.116, Tabla S 8.244-Tabla S 8.246).

Los resultados del porcentaje de volumen extraído indican un amplio rango en la intensidad de reducción en el conjunto, ya que los valores oscilan desde el 5% al 80% de volumen extraído. En este escenario de gran variabilidad, los configurados sobre canto presentan valores centrales inferiores a los núcleos sobre canto/nódulo, aunque muestran una gran variabilidad a nivel interno. En cambio, las BN1GE exhiben una distribución bimodal, en el que la primera “acumulación” se corresponde con el núcleo de cuarcita, con un porcentaje de volumen extraído muy bajo, mientras que la segunda concentración de valores son los relativos a los núcleos de sílex cretácico, con valores próximos al 60% de volumen extraído (Figura 4.117, Tabla S 8.250-Tabla S 8.252).

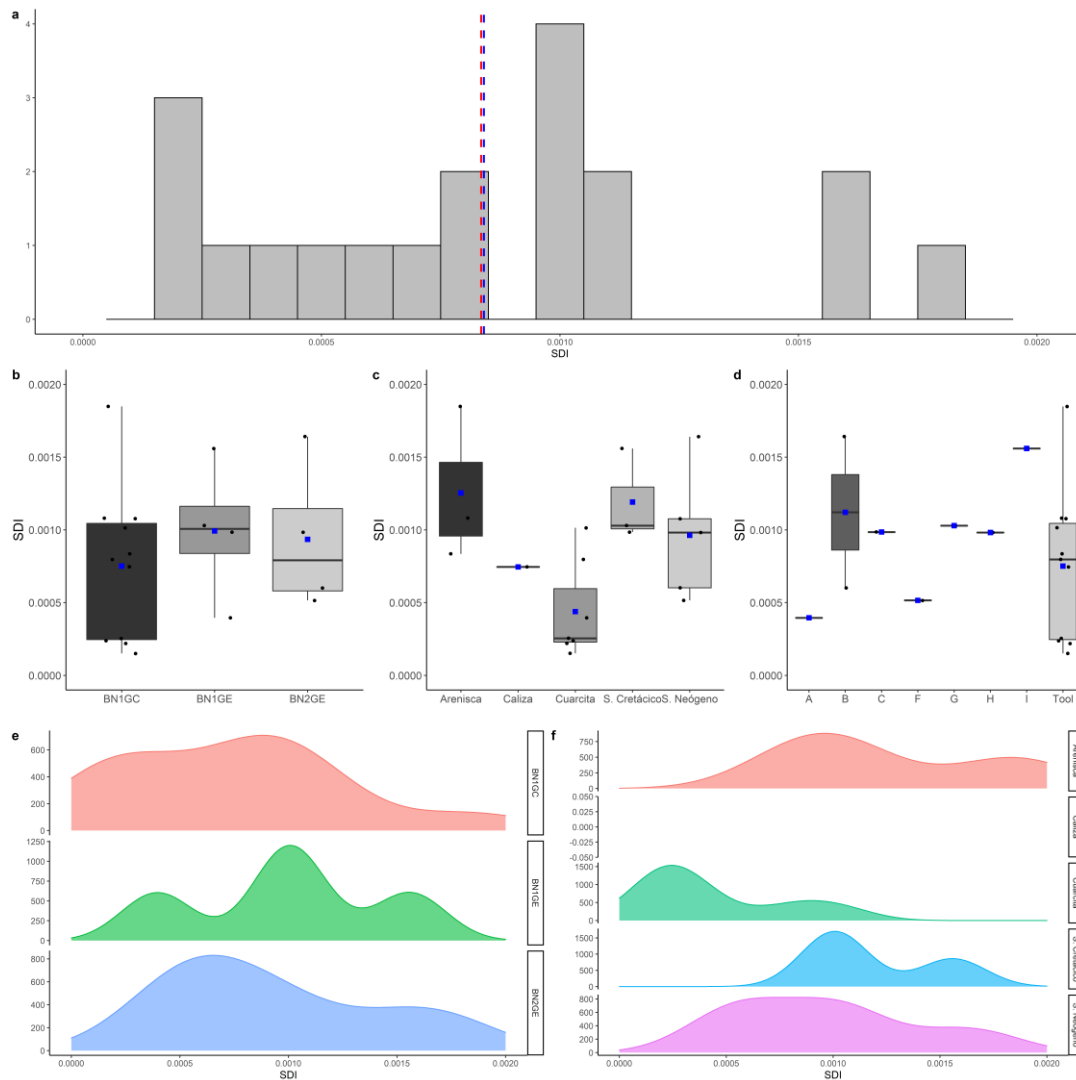


Figura 4.116. Scar Density Index (SDI) del conjunto GIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Con respecto a las estimaciones obtenidas del volumen original, se puede observar un patrón inverso al grado de reducción: por ejemplo, el núcleo de cuarcita muy poco reducido se corresponde con el canto de mayor volumen, mientras que los núcleos de sílex cretácico estarían realizados sobre soportes de menores dimensiones. Los configurados sobre canto de cuarcita también presentan las estimaciones más elevadas, con valores centrales que doblan las estimaciones obtenidas para las BN1GC de arenisca (Figura 4.118, Tabla S 8.247-Tabla S 8.249).

Existe una alta correlación entre los distintos indicadores del grado de reducción, tanto entre el porcentaje de volumen extraído y el SDI ($r = 0.75$, $r^2 = 0.56$, $p < 0.05$), como con el porcentaje de superficie no cortical ($r = 0.80$, $r^2 = 0.64$, $p < 0.05$), aunque ligeramente inferior

entre el SDI y el porcentaje de superficie no cortical ($r = 0.56$, $r^2 = 0.31$, $p < 0.05$). Sin embargo, esta última correlación aumenta considerablemente excluyendo a los núcleos de sílex neógeno ($r = 0.74$, $r^2 = 0.54$, $p < 0.05$), posiblemente debido al escaso porcentaje de superficie no cortical que presentan los de esta materia prima, independientemente del grado de reducción.

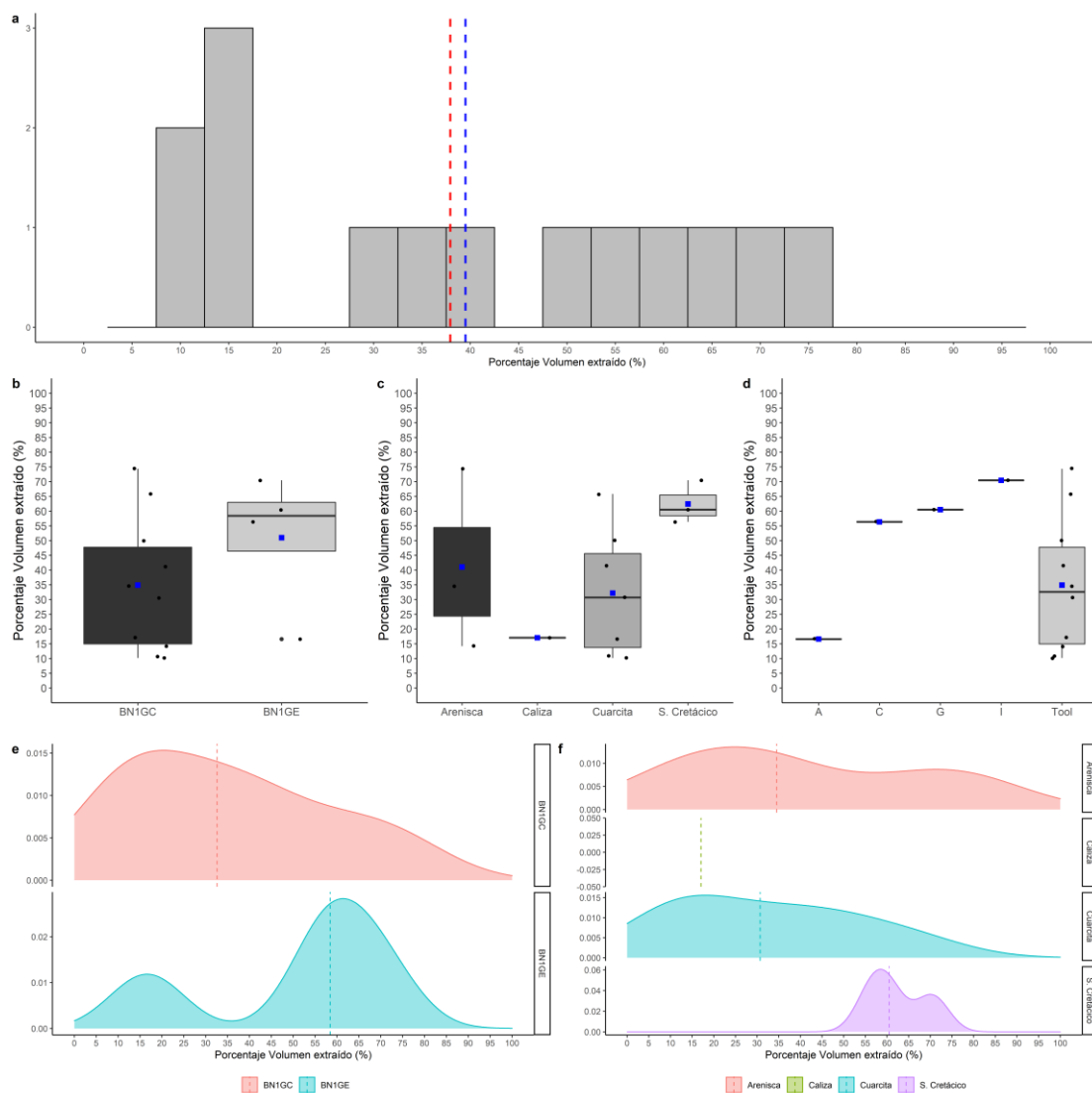


Figura 4.117. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto GIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Las estrategias de talla aplicadas muestran un cierto grado de independencia con respecto al grado de reducción, a tenor del bajo peso estadístico de las correlaciones obtenidas entre el *Scar Pattern Index* y el resto de estimadores de reducción (Figura 4.119).

Del mismo modo, ni el grado de agotamiento volumétrico ni el volumen original parecen influir en los cambios en los patrones de orientación de los negativos, ya que la correlación es muy baja y no significativa en términos estadísticos entre el SPI y el volumen remanente ($r =$

0.18, $r^2 = 0.03$, $p > 0.05$), así como con respecto al volumen original estimado ($r = 0.21$, $r^2 = 0.04$, $p > 0.05$).

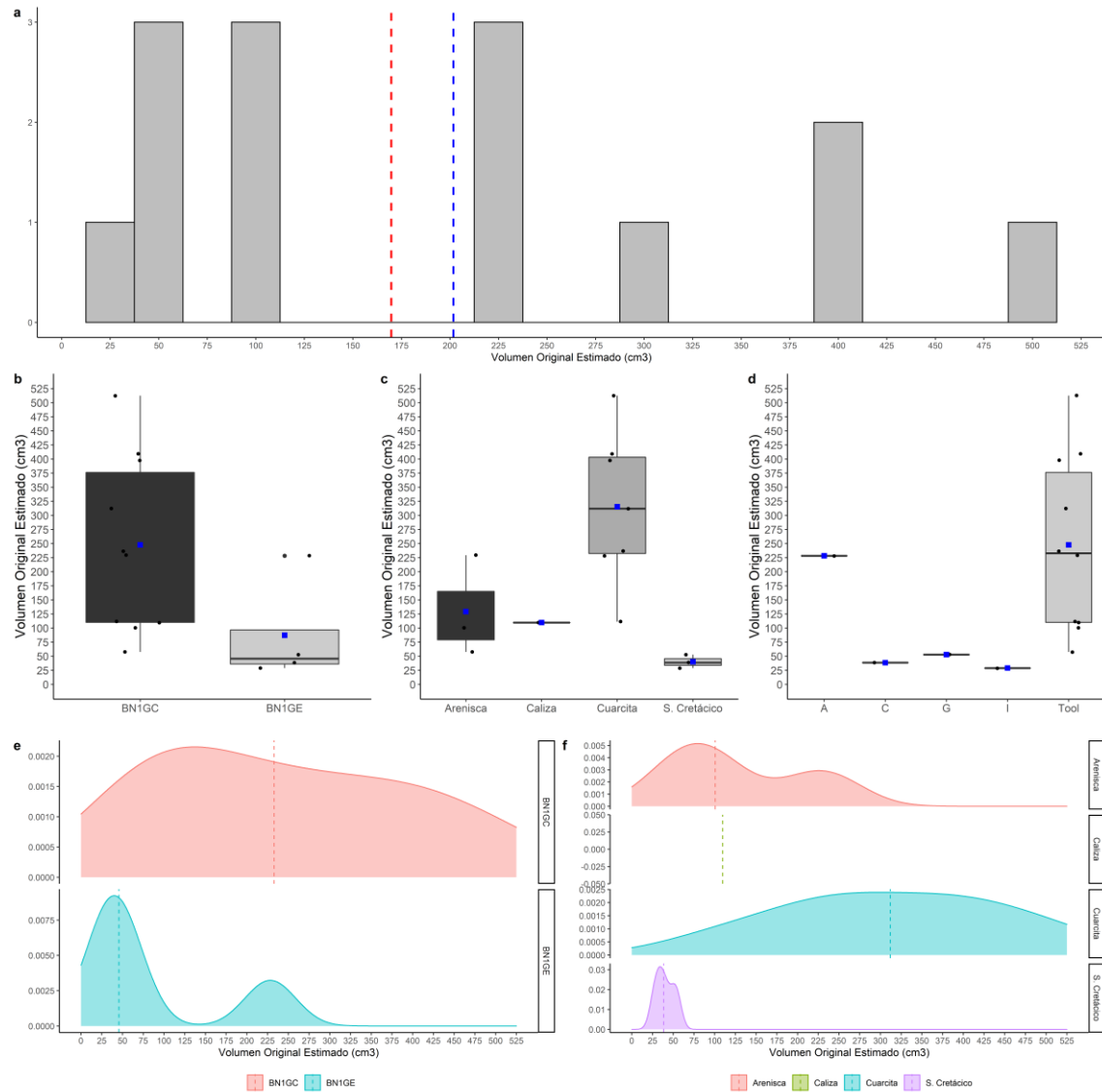


Figura 4.118. Volumen original estimado (cm^3) del conjunto GIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Por último, hay una ligera tendencia de una mayor intensidad de reducción en función del tamaño, estando más reducidos aquellos de menor tamaño y viceversa, tal y como reflejan las correlaciones entre volumen remanente y SDI ($r = -0.68$, $r^2 = 0.46$, $p < 0.05$) y el porcentaje de superficie no cortical ($r = -0.54$, $r^2 = 0.29$, $p < 0.05$). No obstante, esta tendencia pierde fuerza al comparar los resultados entre el volumen remanente y porcentaje de volumen extraído ($r = -0.37$, $r^2 = 0.13$, $p > 0.05$) (Figura 4.119).

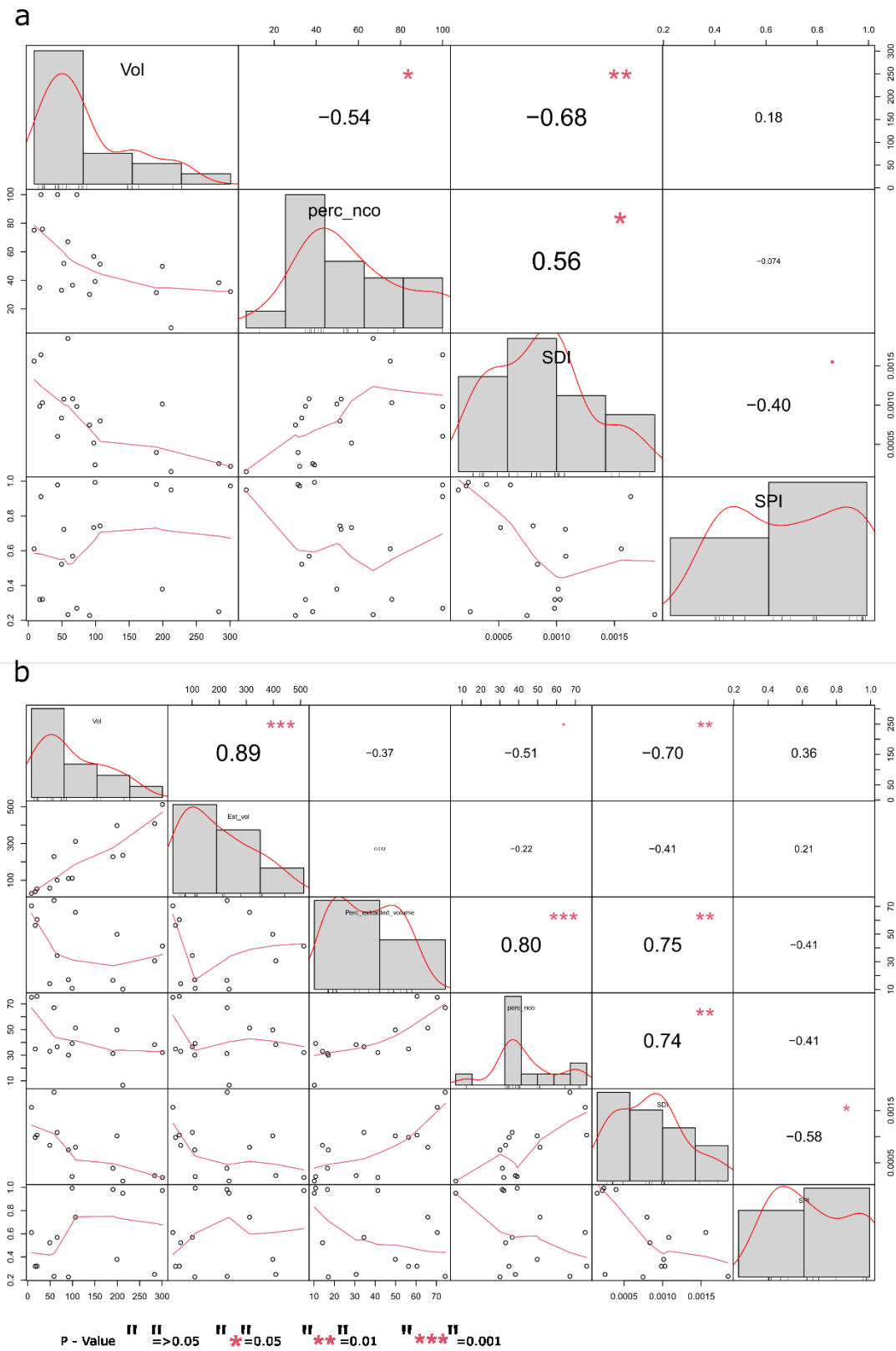


Figura 4.119. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto GIIa. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.

4.2.4.2 GIIb

En la subunidad GIIb se han recuperado un total de 11 núcleos, que suponen el 1.61% del total del conjunto (García-Medrano, 2010). De ellos, uno es de caliza, que se ha excluido del análisis por no poder atribuirse con seguridad su origen antrópico. En los diez núcleos restantes, se produce un cierto equilibrio entre el tipo de soporte seleccionado, ya que cuatro están realizados sobre canto o nódulo y seis sobre lasca.

Estos núcleos están realizados sobre una gran variedad de materias primas, documentándose efectivos realizados en cuarcita, sílex neógeno, sílex cretácico y arenisca (Tabla 4.43).

	ARENISCA	CUARCITA	S. CRETÁCICO	S. NEÓGENO	TOTAL
BN1GE	1 (25%)	1 (25%)	2 (50%)	-	4 (40%)
BN2GE	-	3 (50%)	-	3 (50%)	6 (60%)
TOTAL	1 (10%)	4 (40%)	2 (20%)	3 (30%)	10 (100%)

Tabla 4.43. Subunidad GIIb. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima

Se han recuperado siete configurados sobre canto o bloque, realizados exclusivamente sobre arenisca y cuarcita. Además, también se ha recuperado una BN1G con una sola extracción (Tabla 4.44).

	ARENISCA	CUARCITA	TOTAL
BN1GC	5 (71.42%)	2 (28.58%)	7 (87.5%)
BN1G	1 (100%)	-	1 (12.5%)
TOTAL	6 (75%)	2 (25%)	8 (100%)

Tabla 4.44. Subunidad GIIb. Frecuencia de BN1GC por materia prima.

El conjunto se caracteriza por presentar una gran variabilidad en el volumen remanente, que viene dada por el gran tamaño de las BN1GC en comparación con los núcleos, independientemente del tipo de soporte de éstos. Se produce un equilibrio en el volumen remanente entre los núcleos sobre canto/nódulo y los núcleos sobre lasca, al presentar valores bastante parejos, aunque son ligeramente superiores en el caso de estos últimos (Tabla S 8.254-Tabla S 8.256). Esto es debido a la presencia de lascas de sílex neógeno de grandes dimensiones que contrastan con el volumen reducido de los núcleos realizados sobre nódulos de sílex cretácico (Figura 4.120).

Estas diferencias a nivel volumétrico entre categorías se deben a la mayor longitud de los grandes instrumentos sobre canto con unos valores centrales superiores en 50mm a los valores centrales obtenidos en los núcleos, sin embargo, los valores centrales de la anchura y especialmente del espesor son muy similares, con ligeras diferencias milimétricas (Figura 4.121,Tabla S 8.257-Tabla S 8.265).

En cuanto a las materias primas, los núcleos de sílex cretácico se caracterizan por presentar las dimensiones inferiores dentro del conjunto, cuyas longitudes contrastan con las longitudes que presentan los configurados y núcleos sobre canto de arenisca y cuarcita. Los núcleos de sílex neógeno, por su parte, presenta una cierta variabilidad en las longitudes (Figura 4.122, Tabla S 8.266-Tabla S 8.277).

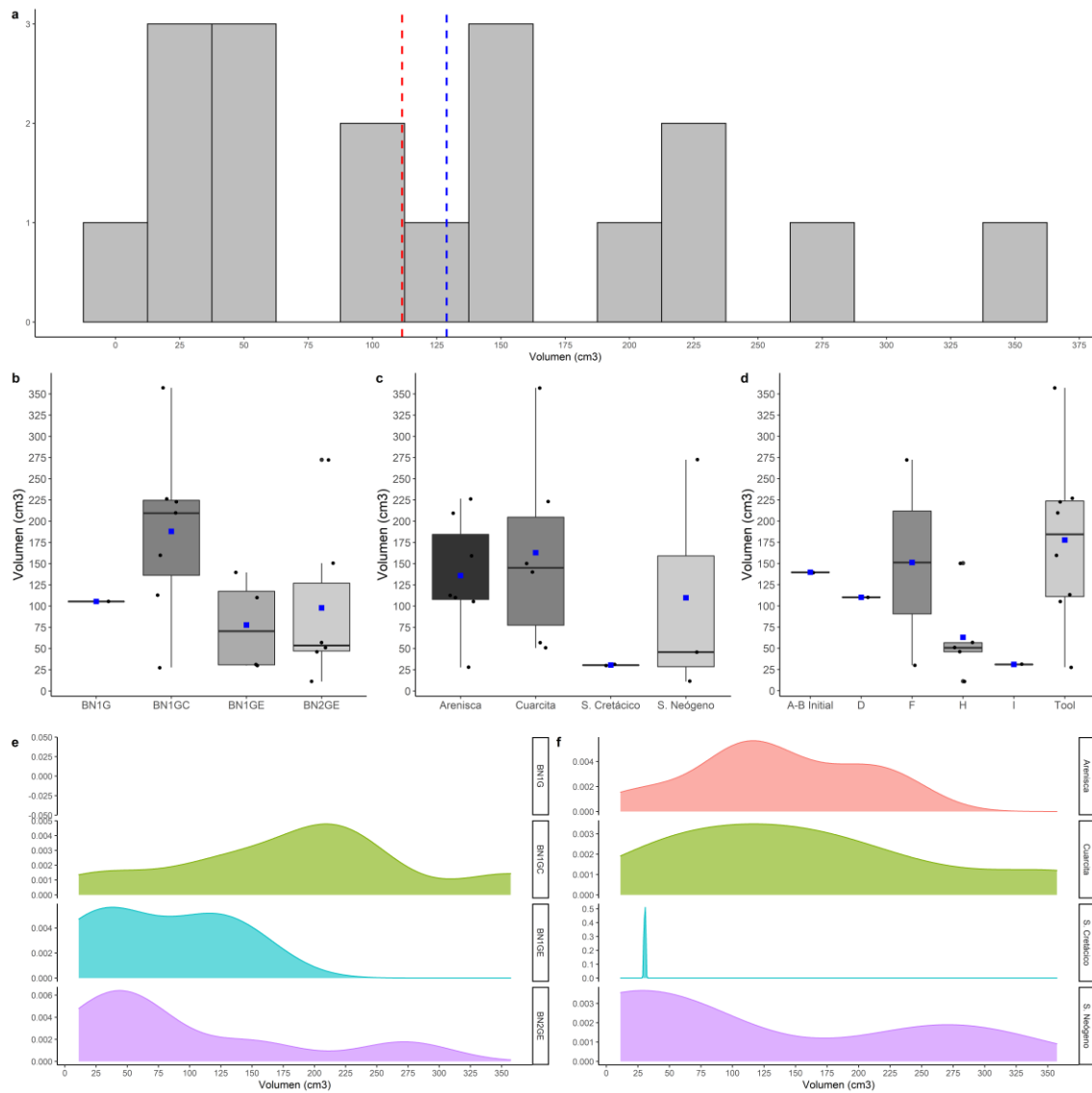


Figura 4.120. Volumen remanente (cm³) del conjunto Gilb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

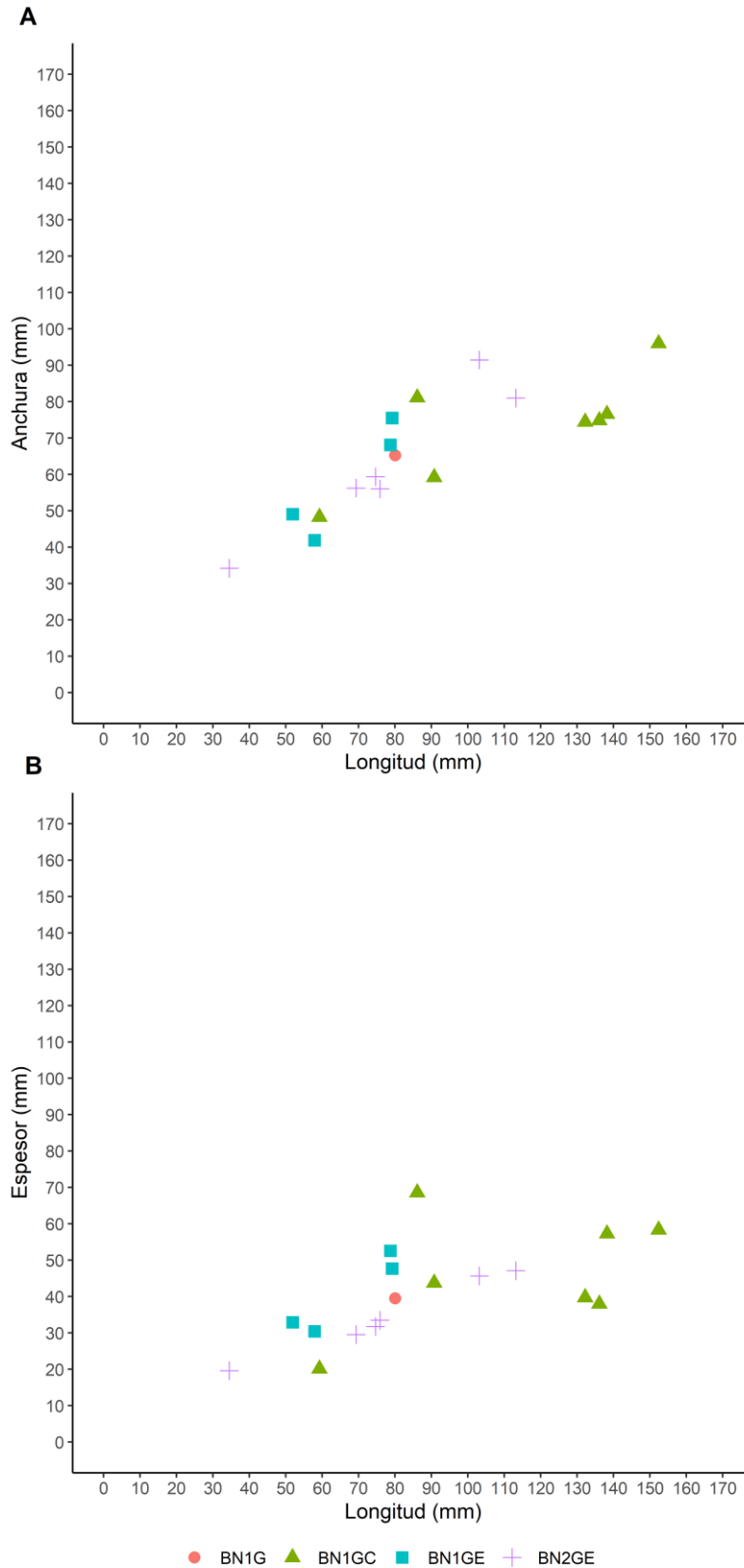


Figura 4.121. Subunidad GIIb. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.

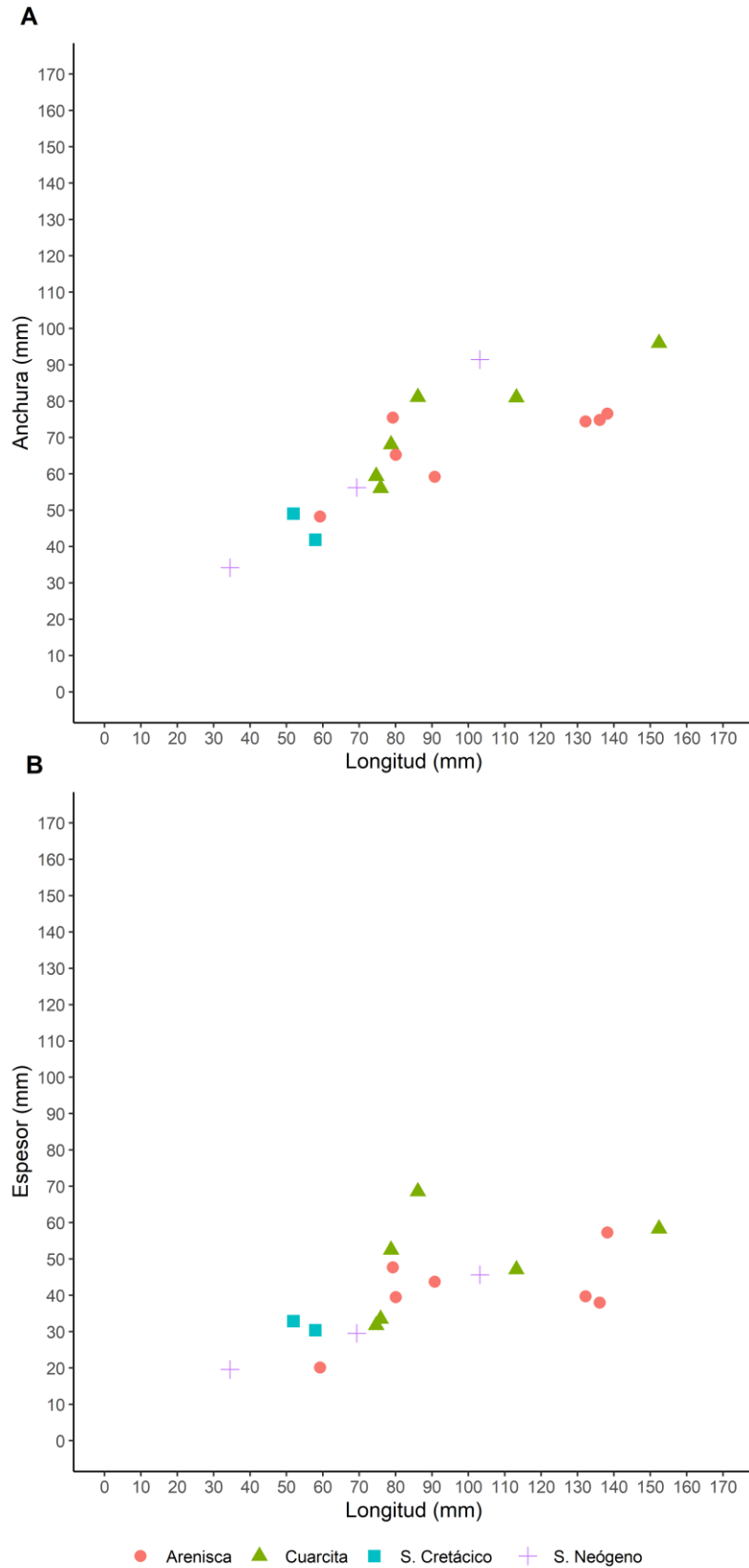


Figura 4.122. Subunidad GIb. Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por materia prima.

En el conjunto de núcleos, predominan los bifaciales sobre los unifaciales, aunque existen diferencias en función del tipo de soporte, ya que mientras en núcleos sobre canto/nódulo se documentan tanto núcleos unifaciales como bifaciales y trifaciales, en los núcleos sobre lasca, la explotación bifacial es mucho más frecuente (Tabla 4.45).

	UNIFACIAL	BIFACIAL	TRIFACIAL	TOTAL
BN1GE	2 (50%)	1 (25%)	1 (25%)	4 (40%)
BN2GE	-	6 (100%)	-	6 (60%)
TOTAL	2 (20%)	7 (70%)	1 (10%)	10 (100%)

Tabla 4.45. Subunidad GIIb. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.

De igual modo, los núcleos que presentan múltiples plataformas son los más frecuentes dentro de este conjunto, ya que se produce en un 80% de los casos, mientras los núcleos con una y dos plataformas son muy escasos, documentando un único caso para cada tipo (Tabla 4.46).

	UNIPOLAR	BIPOLAR	MULTIPOLAR	TOTAL
BN1GE	1 (25%)	-	3 (75%)	4 (40%)
BN2GE	-	1 (16.67%)	5 (83.33%)	6 (60%)
TOTAL	1 (10%)	1 (10%)	8 (80%)	10 (100%)

Tabla 4.46. Subunidad GIIb. Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.

Cruzando los datos de polaridad general, junto con los criterios de facialidad y disposición de levantamientos, se puede observar un predominio de los núcleos bifaciales centrípetos, mientras que el resto de estrategias identificadas representan porcentajes marginales (Tabla 4.47).

	CENTRÍPETO	LONGITUDINAL	OPUESTO	ORTOGONAL	TOTAL
UNIFACIAL	1 (50%)	1 (50%)	-	-	2 (20%)
BIFACIAL	5 (71.42%)	-	1 (14.29%)	1 (14.29%)	7 (70%)
TRIFACIAL	-	-	-	1 (100%)	1 (10%)
TOTAL	6 (60%)	1 (10%)	1 (10%)	2 (20%)	10 (100%)

Tabla 4.47. Subunidad GIIb. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.

Con respecto a las VSE, además de un canto de cuarcita que presenta sólo tres extracciones en su superficie (VSE A-B Inicial), se han identificado las siguientes:

VSE D: se ha recuperado un núcleo realizado sobre un canto de arenisca, en el que se ha explotado una única superficie, sobre la que se disponen los negativos de forma centrípeta.

VSE F: esta estructura se ha identificado en un núcleo realizado sobre un nódulo de sílex cretácico y en un núcleo cuyo soporte es una lasca de sílex neógeno. Estos núcleos presentan dos superficies opuestas entre sí (VSE F2). Sin embargo, la explotación se realiza de forma unipolar longitudinal en cada una de las caras intervenidas (Figura 4.123d).

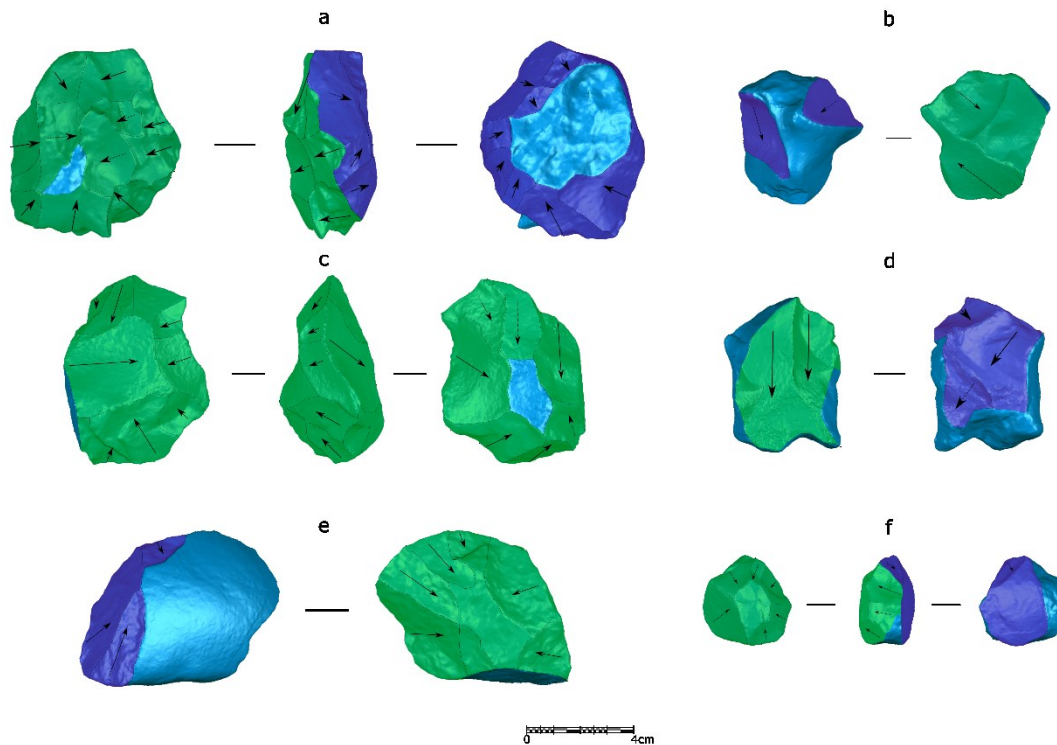


Figura 4.123. a) ATA91 TN6Da F25 35 (s. neógeno); b) ATA94 TG10cc F15 30 (s. cretácico); c) ATA91 TN6 F25 82 (s. neógeno); d) ATA93 TG10c H22 6 (s. cretácico); e) ATA96 Gilc L04 4 (cuarcita); f) ATA96 TZ Gilc L02 42 (s. neógeno).

VSE H: se trata de la estructura volumétrica de explotación más frecuente en esta subunidad (n=5). En todos los casos se han empleado lascas como soporte, tanto de sílex neógeno (n=2), como de cuarcita (n=3). Aunque estos núcleos comparten un volumen conformado por dos superficies anchas opuestas entre sí y separadas por un plano de intersección, se pueden observar dos patrones diferenciados en la gestión de los volúmenes. De este modo, las cuarcitas por lo general presentan volúmenes simétricos entre ambas superficies, con ángulos simples y no presentan un desarrollo perimetral total, sino que oscila entre 2C y 3C. Además, estas superficies no presentan una relación jerárquica entre ellas, sino que van cambiando el rol alternativamente a lo largo de la secuencia de talla (Figura 4.123c). En un núcleo de cuarcita, sí hay una relación jerárquica entre las superficies, cuya superficie de lascado preferencial se corresponde con la cara ventral de la lasca-soporte, cuyas extracciones presentan angulaciones que oscilan entre SP y SA, mientras en la cara dorsal únicamente se

han registrado tres levantamientos marginales orientados a generar un plano de percusión (Figura 4.123e).

Los dos núcleos de sílex neógeno presentan una marcada jerarquización y asimetría entre sus superficies. En un caso, se utiliza una lasca relativamente espesa en la cual la cara más plana se corresponde con la cara ventral, que actúa como plataforma de percusión, mientras la cara más convexa actúa como superficie de lascado preferencial (Figura 4.123f). En el núcleo restante es la cara más convexa la superficie que actúa como plataforma de percusión, mientras la cara más plana es la superficie de lascado preferencial y en donde los levantamientos se disponen de forma paralela a dicha superficie (Figura 4.123a).

VSE I: se trata de un núcleo cuyo soporte es un nódulo de sílex cretácico que presenta tres superficies intervenidas. En la primera los negativos se disponen de forma opuesta entre sí, mientras que en las demás caras únicamente se ha registrado un negativo en cada una, obteniendo una disposición general del tipo multipolar ortogonal, en el que la explotación parece venir condicionada por el tamaño reducido del soporte (Figura 4.123b).

Por lo tanto, se puede ver una adecuación de las estrategias de talla en función de la materia prima. En los núcleos de cuarcita y sílex neógeno predominan las estrategias bifaciales centrípetas (VSE H), empleando en todos los casos lascas como soporte, mientras en los núcleos de sílex cretácico se explotan exclusivamente siguiendo estrategias ortogonales (VSE F e I) (Tabla 4.48).

	A-B INICIAL	D	F	H	I	BN1GC	TOTAL
ARENISCA	-	1 (14.29%)	-	-	-	6 (85.71%)	7 (38.89%)
CUARCITA	1 (16.67%)	-	-	3 (50%)	-	2 (33.33%)	6 (33.33%)
S. CRETÁCICO	-	-	1 (50%)	-	1 (50%)	-	2 (11.11%)
S. NEÓGENO	-	-	1 (33.33%)	2 (66.67%)	-	-	3 (16.67%)
TOTAL	1 (5.56%)	1 (5.56%)	2 (11.11%)	5 (27.78%)	1 (5.56%)	8 (44.44%)	18 (100%)

Tabla 4.48. Subunidad GIIB. Frecuencia de las VSE en función de la materia prima.

De los configurados sobre canto, ninguno se corresponde tipológicamente con bifaces, aunque sí se han documentado bifaces sobre lasca en el conjunto (García-Medrano, 2011; García-Medrano et al., 2015, 2014). De este modo, se han documentado exclusivamente *choppers* y hendedores (Figura 4.124). Con respecto a los primeros, se han recuperado tres efectivos, dos realizados en arenisca y uno en cuarcita. Pese a la escasa configuración que presentan, que afecta sólo a una superficie del soporte y a 1C del perímetro en los tres casos, son el resultado de procesos de configuración diferentes, reflejado a través una variabilidad en la profundidad

de las extracciones con respecto a la superficie (marginal-total) y con respecto al filo (marginal-muy profunda), aunque en todos los casos los ángulos generados son simples. Por último, se ha recuperado un canto de cuarcita que presenta una sola extracción (BN1G).

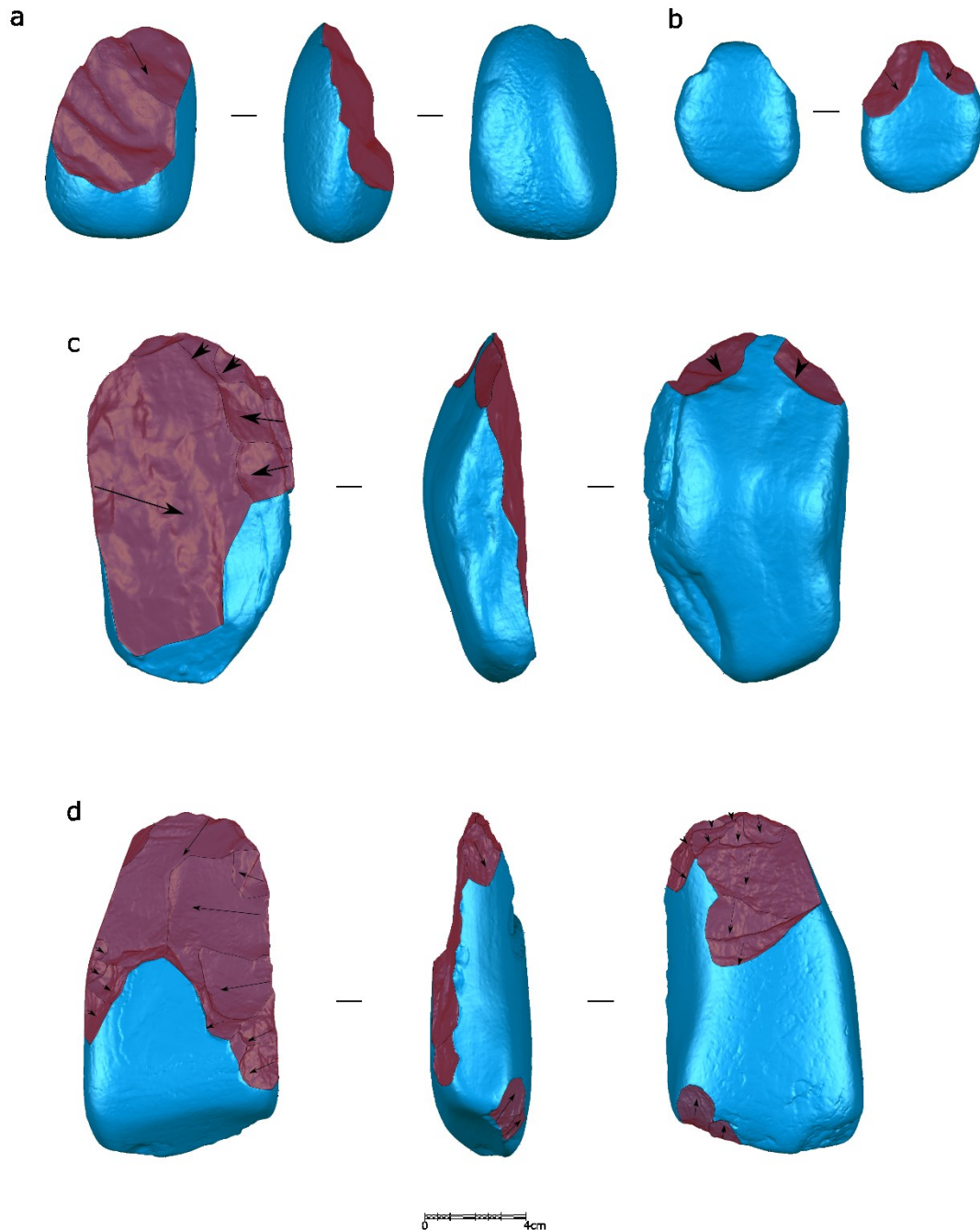


Figura 4.124. BNGIC de arenisca recuperados en la subunidad GI**II**b: a) ATA93 TG10c F17 49; b) ATA92 TG10b G17 15; c) ATA92 TG10c G17 1; d) ATA09 GI**I**c N02 99.

Los hendedores (n = 4), por su parte, están realizados principalmente en areniscas (75%) y cuarcita (25%) de gran tamaño. Todos son bifaciales, cuya configuración afecta entre 1C y 2C del perímetro y de forma desigual entre las distintas superficies; generalmente, una superficie

presenta una configuración más intensa que la opuesta, lo que se refleja tanto en una mayor profundidad de las extracciones con respecto a la superficie, como en una menor remanencia de córtex. Las aristas sagitales generadas en estos configurados son mayoritariamente rectas.

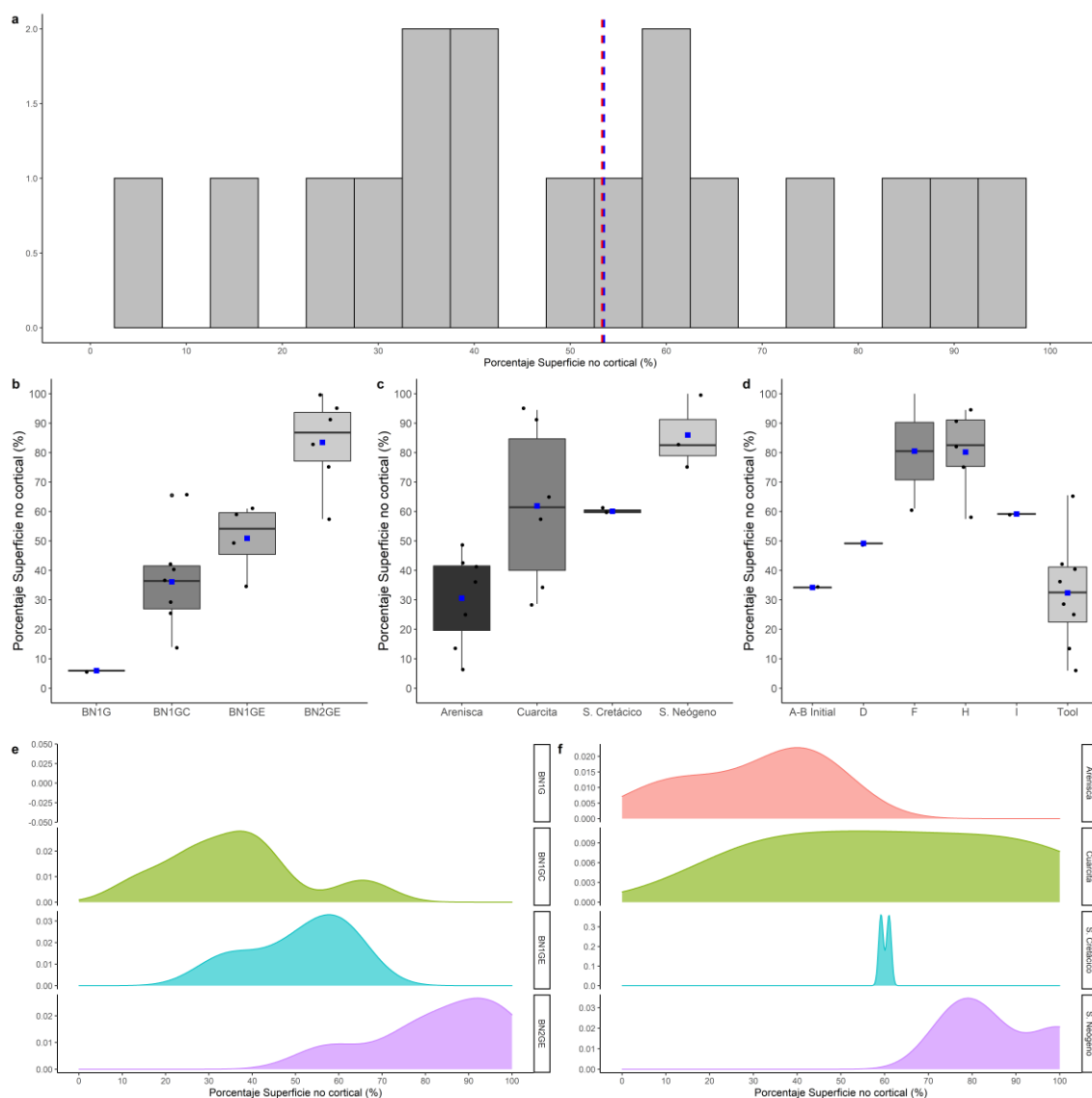


Figura 4.125. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto GIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Este conjunto presenta una marcada variabilidad en lo que se refiere al porcentaje de superficie no cortical, cuyos valores oscilan entre menos del 10% hasta el 100%. Dicha variabilidad viene dada por las diferencias entre las distintas categorías estructurales y litologías. De este modo, los núcleos sobre lasca, que en su gran mayoría están realizados en sílex neógeno, presentan los porcentajes más elevados, mientras que los grandes instrumentos sobre canto presentan los porcentajes inferiores. Los núcleos sobre canto o nódulo se localizan en un estadio intermedio entre ambas. Los configurados sobre canto de arenisca, por su parte, son los que presentan

mayor reserva cortical, mientras que los instrumentos y núcleos realizados sobre cuarcita presentan una considerable variabilidad interna (Figura 4.125, Tabla S 8.278-Tabla S 8.280).

Estas diferencias en la cantidad de córtex que muestran las superficies de los elementos analizados pueden no tener relación directa con el grado de reducción, ya que, si bien es cierto que aquellos elementos menos modificados presentan un mayor porcentaje de superficie cortical, las estrategias de talla aplicadas en cada caso afectan a este parámetro.

De este modo, los resultados del SPI indican diferencias entre las BN1GC y BN1GE con respecto a las BN2GE, presentando este último grupo valores inferiores además de una distribución diferente. Si atendemos a las diferencias en función de las materias primas se puede apreciar cómo el sílex neógeno presenta los valores más bajos en comparación con el resto de materias primas. Por otro lado, la arenisca, cuarcita y sílex cretácico, a pesar de presentar valores centrales muy similares, varían significativamente en cuanto a las distribuciones de estos valores (Figura 4.126, Tabla S 8.284-Tabla S 8.286).

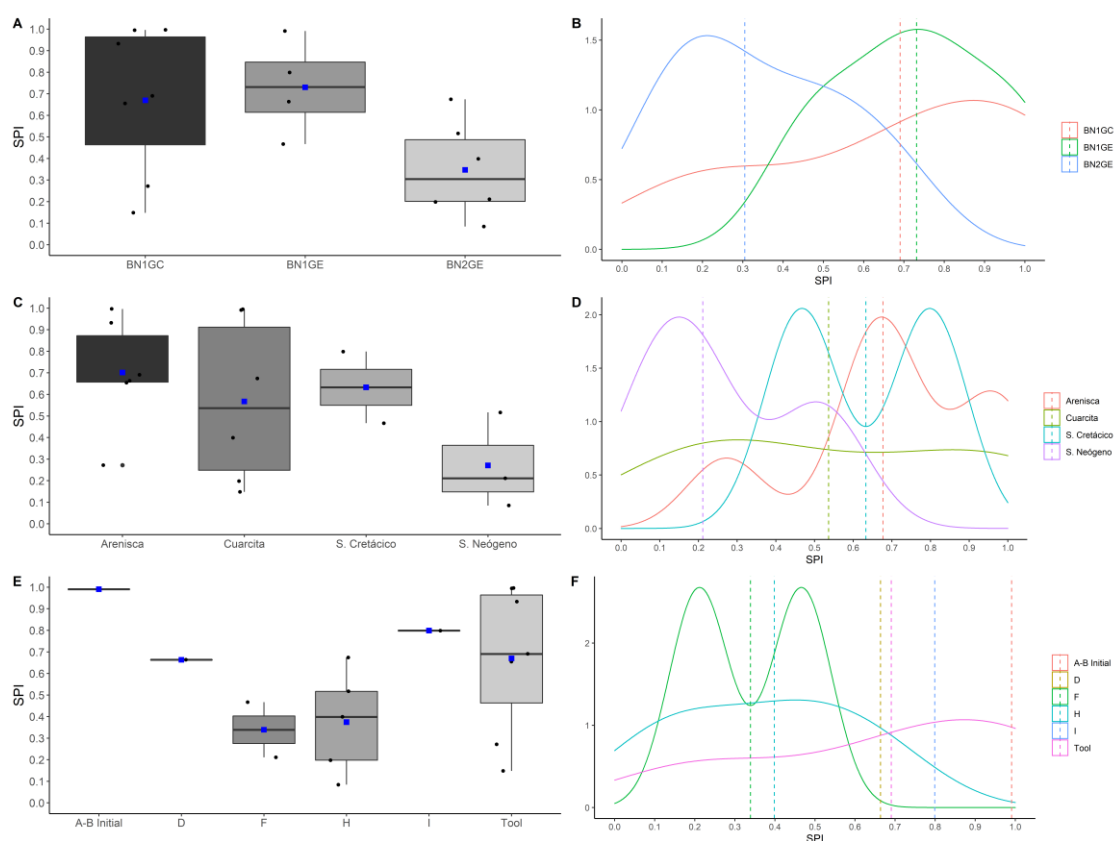


Figura 4.126. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto GIIb. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.

La elevada correlación negativa entre porcentaje de superficie no cortical y SPI parece indicar que el tipo de estrategia de talla aplicada afecta a la remanencia de córtex. De este modo, se aplican principalmente estrategias bifaciales centrípetas con extracciones más invasivas en lascas de sílex neógeno, lo que explica la baja remanencia de córtex en estos núcleos. En el resto de materias primas, como la cuarcita, la presencia de distintas VSE y tipos de configurados (hendedores, *choppers*, y *chopping tools*) pueden explicar la variabilidad tanto en lo que respecta al porcentaje de superficie no cortical, como en lo referente al SPI. La arenisca, que muestra los valores más bajos de porcentaje de superficie no cortical, es a su vez la materia prima que presenta los valores de SPI más elevados, debido a la presencia de *choppers* y *chopping tools* realizados en este material.

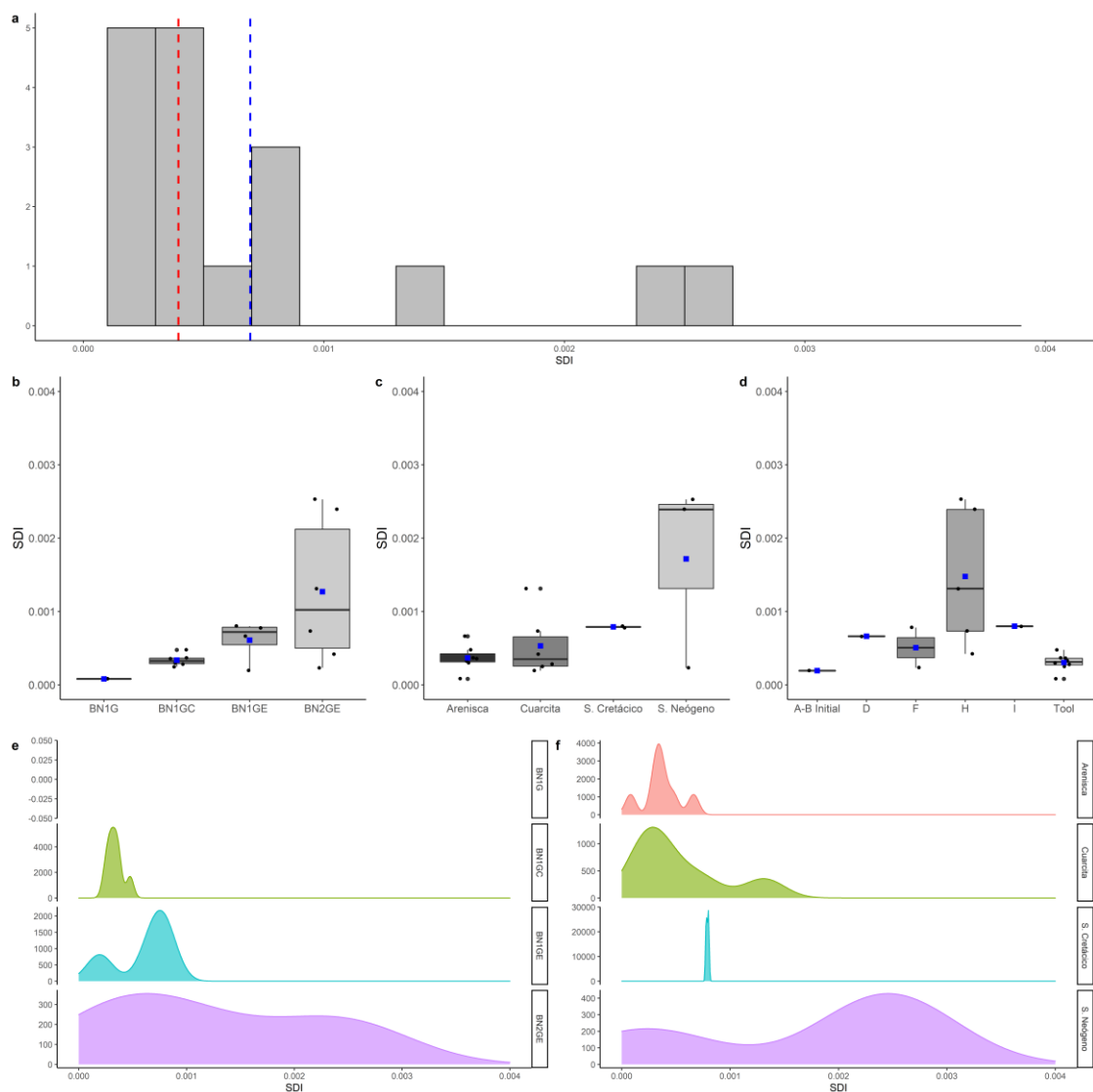


Figura 4.127. Scar Density Index (SDI) del conjunto GIIB. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

A pesar de que el porcentaje de superficie no cortical está supeditado a las estrategias de talla aplicadas, lo que implica que esta variable pierde fuerza como estimador de la reducción, los resultados del SDI indican que serían los núcleos sobre lasca los más reducidos, ya que presentan los valores superiores dentro del conjunto. Estas diferencias se acentúan todavía más si separamos los resultados por materias primas, ya que la arenisca, cuarcita y sílex cretácico presentan valores similares entre sí, pero muy inferiores a los resultados obtenidos en el sílex neógeno (Figura 4.127, Tabla S 8.281-Tabla S 8.283).

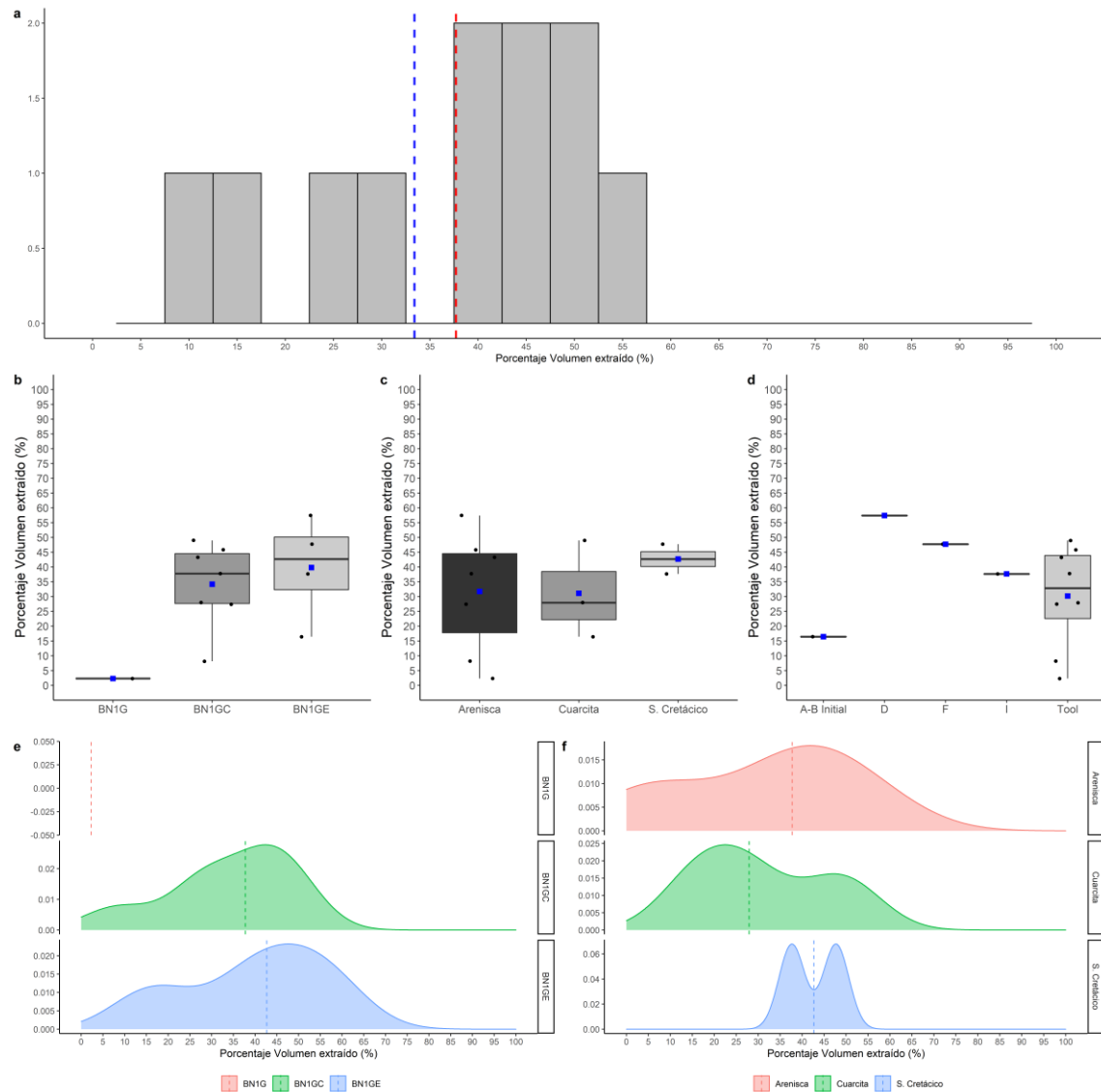


Figura 4.128. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto GIIB. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

El porcentaje de volumen extraído a través del VRM nos permite profundizar un poco más en el grado de reducción, más allá de las comparaciones. En este sentido, a pesar de que los núcleos sobre lasca no están incluidos en este análisis, el conjunto muestra un nivel muy bajo

de reducción cuyos valores centrales se sitúan en torno al 35% de volumen extraído. Estas similitudes se producen tanto entre las categorías estructurales, como entre materias primas (Figura 4.128, Tabla S 8.290-Tabla S 8.292).

En lo que respecta al sílex cretácico, tanto el bajo grado de reducción inferido a través de la estimación del porcentaje de volumen extraído y del SDI, como la presencia de remanencias corticales y su reducido tamaño, indican que los nódulos seleccionados para su explotación contaban ya de base con un tamaño muy reducido. De hecho, las estimaciones del volumen original indican valores muy bajos, en torno a 50cm³, hasta cuatro veces inferiores a la media del conjunto (Figura 4.129, Tabla S 8.287-Tabla S 8.289).

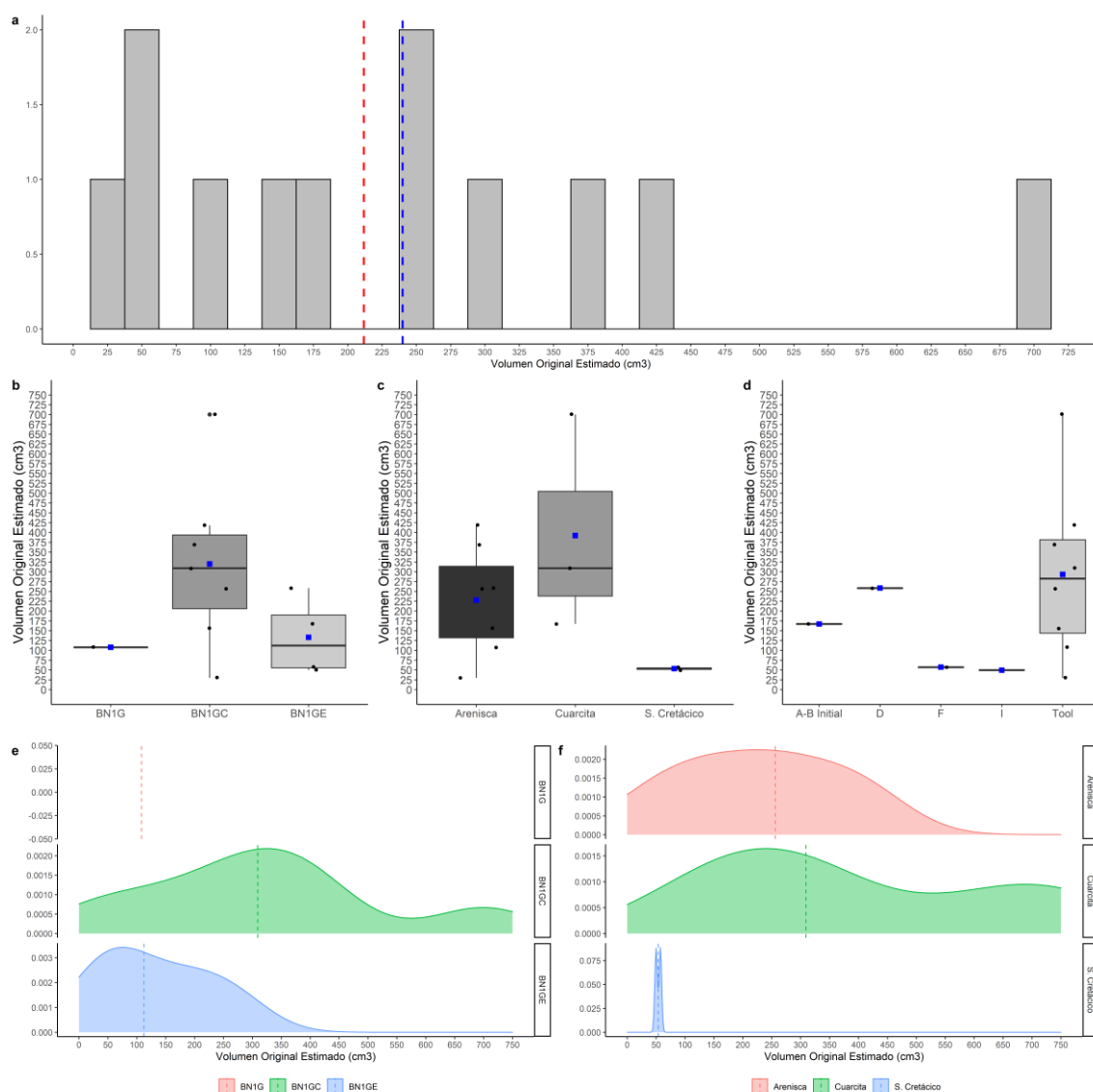


Figura 4.129. Volumen original estimado (cm³) del conjunto GIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Por otro lado, existe una correlación muy elevada entre el volumen remanente de los núcleos y configurados sobre canto y su volumen original estimado, que puede explicarse por una intensidad de reducción similar entre las distintas categorías estructurales y materias primas, así como por la presencia de *outliers*, ya que además de estos nódulos de sílex cretácico de pequeño formato, también se han obtenido valores de hasta 700cm³.

Esta variabilidad en lo que respecta al volumen original estimado de los soportes, parece indicar que en el proceso de captación de materias primas hay una selección de tamaños estandarizados: los soportes de mayor tamaño están orientados a la configuración mientras los más pequeños se orientan hacia la explotación.

Existe una moderada correlación entre los distintos indicadores del grado de reducción, tanto entre el SDI y el porcentaje de superficie no cortical ($r = 0.64$, $r^2 = 0.71$, $p < 0.05$), como con el porcentaje de volumen extraído ($r = 0.61$, $r^2 = 0.45$, $p < 0.05$). Esta correlación es más fuerte entre el porcentaje de volumen extraído y el porcentaje de superficie no cortical ($r = 0.84$, $r^2 = 0.45$, $p < 0.05$).

El grado de reducción no parece estar vinculado ni con el volumen remanente ni con el volumen original estimado, ya que estas correlaciones son relativamente bajas y no son estadísticamente significativas. Del mismo modo, las bajas correlaciones entre los volúmenes remanentes y los volúmenes originales estimados con respecto al SPI muestran una independencia del tamaño con respecto a las estrategias aplicadas.

Sin embargo, a medida que avanza la reducción los valores del SPI descienden, como reflejan las correlaciones negativas entre el SPI y los estimadores de reducción, siendo especialmente alta la correlación entre el SPI respecto al porcentaje de superficie no cortical ($r = -0.80$, $r^2 = 0.28$, $p < 0.05$). Esta tendencia está reflejando una gestión diferencial de la materia prima, ya que los materiales fluviales, menos reducidos, se gestionan de forma unifacial unipolar longitudinal, preservando una mayor superficie cortical, mientras el resto de materias primas se gestionan con estrategias ortogonales y centrípetas que eliminan una mayor cantidad de córtex durante el proceso de talla (Figura 4.130).

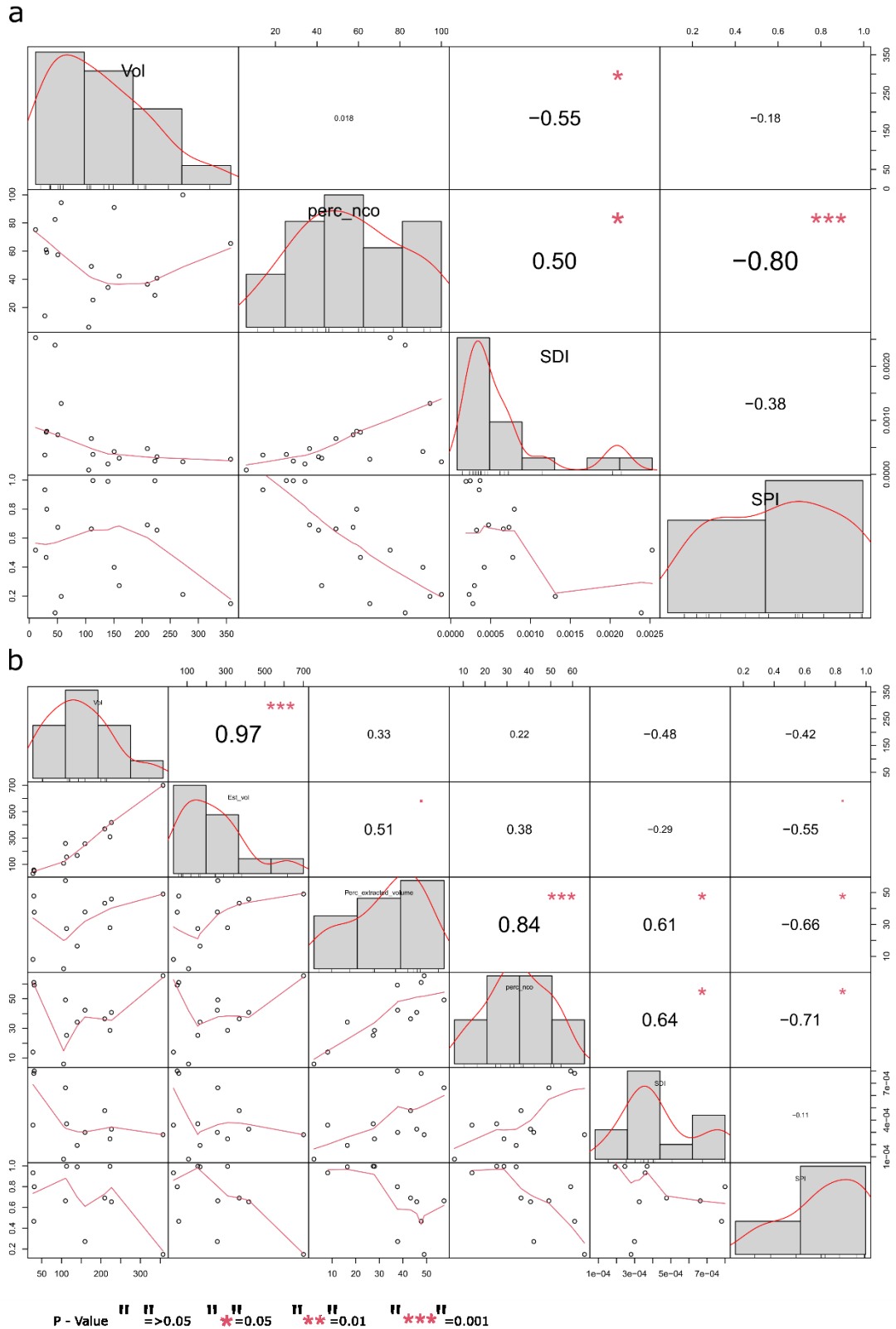


Figura 4.130. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto GIIb. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.

4.2.4.3 GIIIa

En la subunidad GIIIa se han recuperado un total de 28 núcleos, que representa el 4.18% del total del conjunto (García-Medrano, 2010). En esta subunidad se produce un cierto equilibrio entre los núcleos sobre canto o nódulo (57.14%) y sobre lasca (42.86%).

Están realizados sobre una gran variedad de materias primas, en dónde el sílex neógeno es la materia prima más frecuente (50%), seguido de la cuarcita (28.6%), el sílex cretácico (14.3%) y la arenisca (7.1%) (Tabla 4.49).

	ARENISCA	CUARCITA	S. CRETÁCICO	S. NEÓGENO	TOTAL
BN1GE	2 (12.5%)	7 (43.75%)	3 (18.75%)	4 (25%)	16 (57.14%)
BN2GE	-	1 (8.33%)	1 (8.33%)	10 (83.33%)	12 (42.86%)
TOTAL	2 (7.14%)	8 (28.57%)	4 (14.29%)	14 (50%)	28 (100%)

Tabla 4.49. Subunidad GIIIa. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima

En lo referente a los instrumentos sobre canto, se han recuperado en total ocho efectivos -uno de ellos fracturado-, realizados en arenisca (50%), cuarcita (37.5%) y cuarzo (12.5%) (Tabla 4.50).

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	TOTAL
BN1GC	4 (57.14%)	2 (28.57%)	1 (14.29%)	7 (87.5%)
BN1GCF		1 (100%)		1 (12.5%)
TOTAL	4 (50%)	3 (37.5%)	1 (12.5%)	8 (100%)

Tabla 4.50. Subunidad GIIIa. Frecuencia de BN1GC por materia prima.

En lo que respecta a las dimensiones, destaca un núcleo cúbico de grandes dimensiones realizado sobre un bloque de sílex neógeno que presenta un volumen remanente de casi 1.800cm³ (Figura 4.131), que es 18 veces superior a la mediana de los núcleos sobre canto, por lo que se ha suprimido de los gráficos relativos al volumen para facilitar la visualización de éstos, a pesar de tenerlo en cuenta en el análisis y comparación estadística.

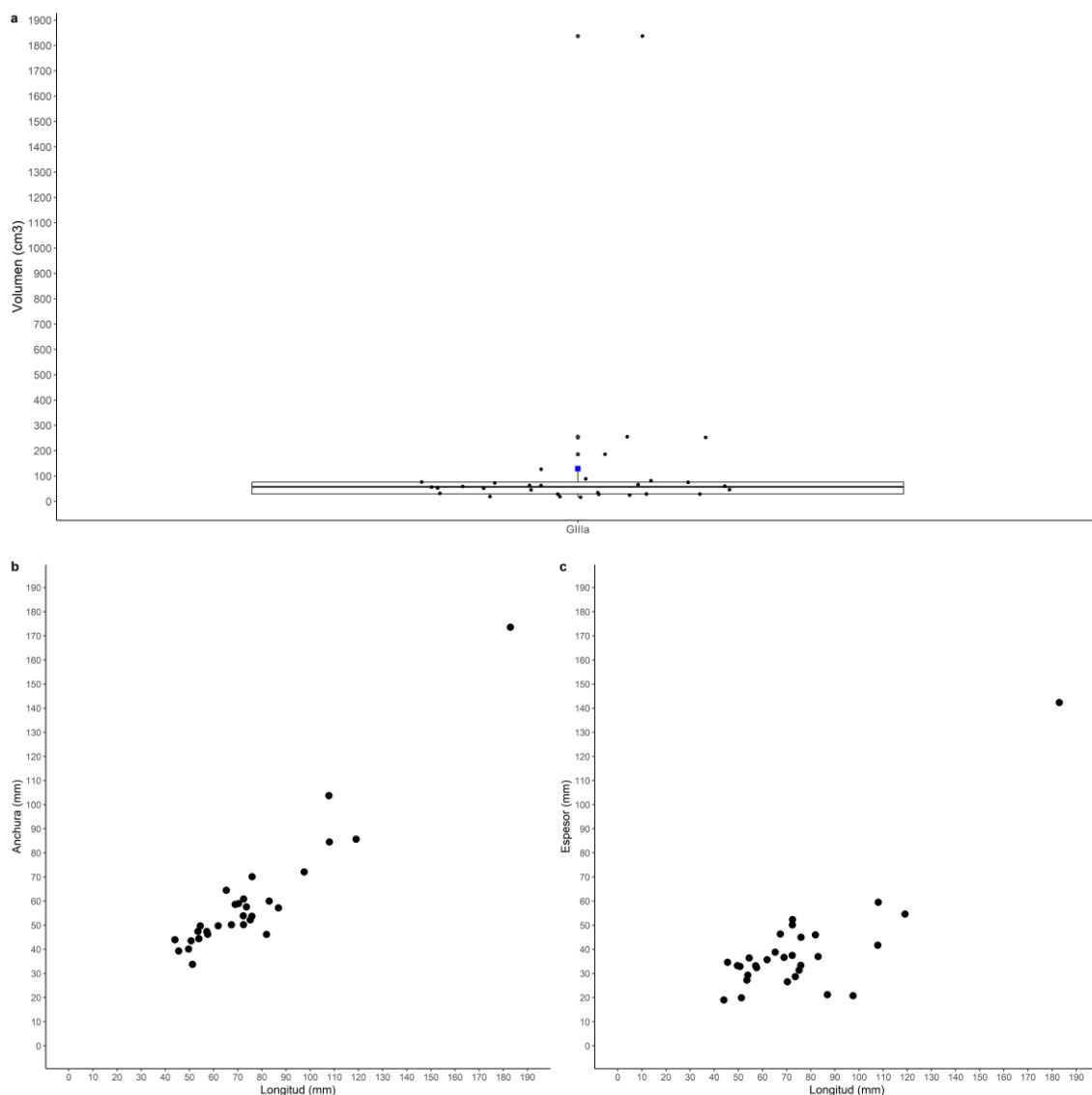


Figura 4.131. a) Volumen remanente (cm³), b) Longitud y anchura (mm), c) Longitud y espesor (mm) de las BNE y BN1GC recuperadas en Gilla.

Existen ciertas diferencias en el volumen remanente en función de la categoría estructural. Así, las BN1GE presentan por lo general valores mayores a las BN2GE y BN1GC, aunque estas diferencias únicamente son estadísticamente significativas en la distribución de los valores de las BN1GE y de las BN2GE. Destaca el bajo volumen remanente de los instrumentos sobre canto, con una media de 60,35cm³ sin encontrar ningún ejemplar que supere los 100cm³ (Figura 4.132, Tabla S 8.294-Tabla S 8.296).

Estas diferencias en el volumen tienen, lógicamente, su correlato en las dimensiones. De esta forma, se puede observar cómo los núcleos sobre canto y nódulo presentan longitudes y anchuras significativamente mayores que las BN1GC y BN2GE. No obstante, a pesar de presentar un espesor ligeramente mayor, no existen diferencias estadísticamente significativas en esta dimensión (ver Tabla S 8.297-Tabla S 8.305; Figura 4.133).

No obstante, estas diferencias se acentúan más al comparar las distintas litologías, presentando valores centrales mayores los núcleos de cuarcita, aunque atendiendo a la distribución se puede observar cómo el 50% de los valores se acumulan entre 25 y 80cm³, cuyo rango es similar al que presentan los núcleos de sílex neógeno. En contraposición, y siguiendo la tónica general observada en otras subunidades, tanto de Galería como de Gran Dolina, el sílex cretácico presenta los volúmenes inferiores dentro del conjunto (Tabla S 8.306-Tabla S 8.308).

En lo referente a las dimensiones por materia prima, en general el conjunto es bastante homogéneo tanto en la longitud, como en la anchura y el espesor, especialmente entre ambas variedades de sílex, destacando sobre ellos parte del conjunto de núcleos y configurados realizados en cuarcita y arenisca, que presentan longitudes y anchuras superiores. No obstante, estas diferencias no son estadísticamente significativas en los valores centrales (Figura 4.134,Tabla S 8.309-Tabla S 8.317).

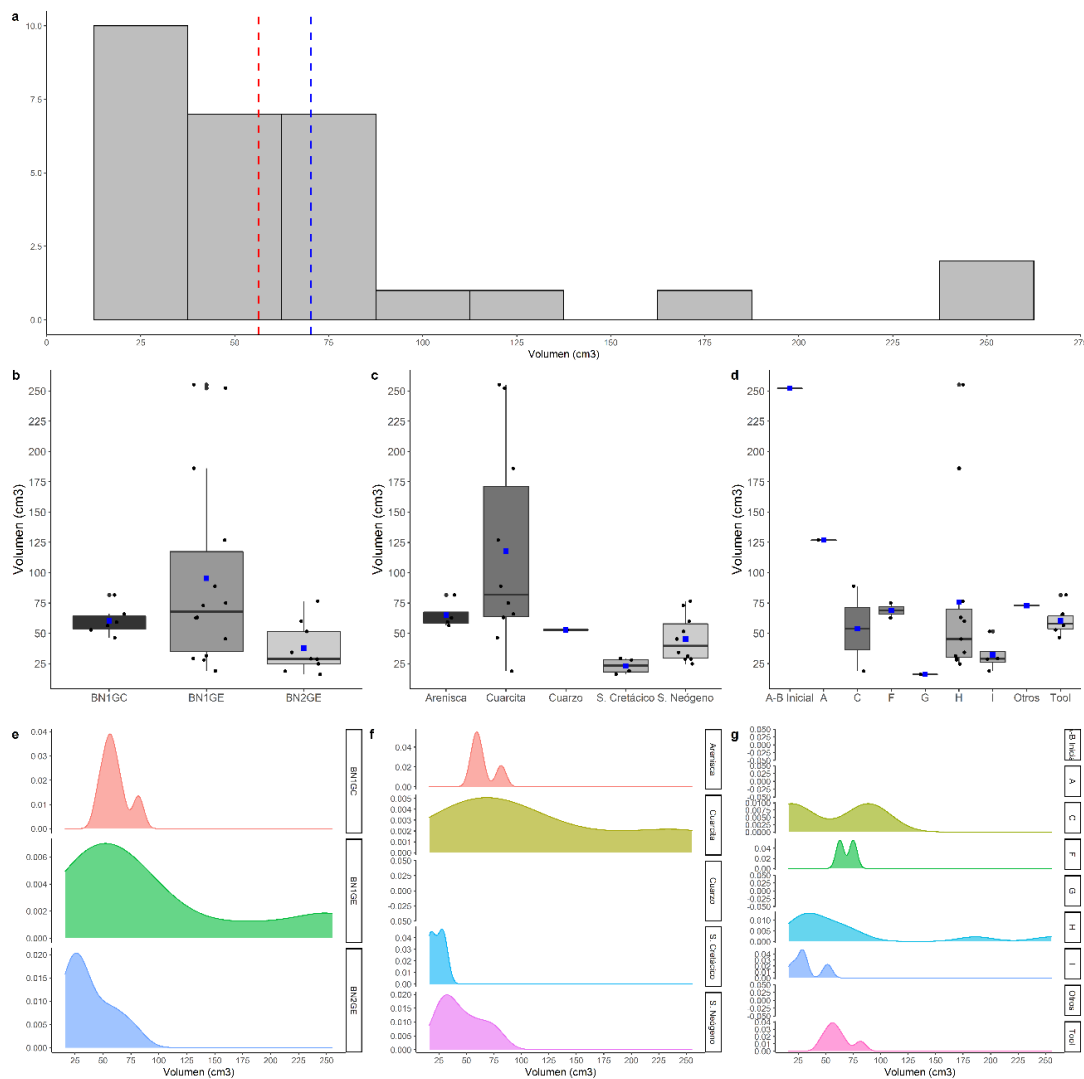


Figura 4.132. Volumen remanente (cm³) del conjunto GIIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

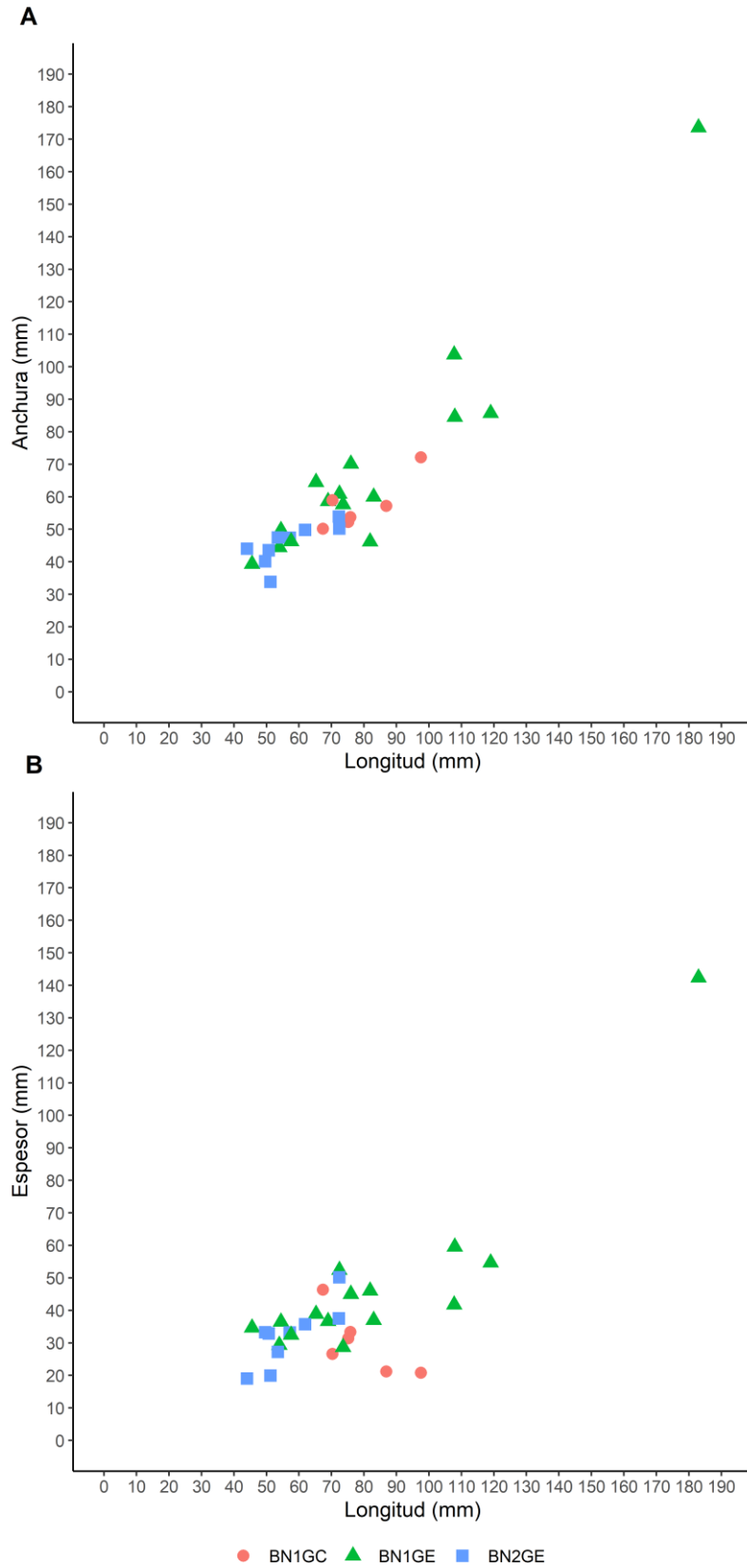


Figura 4.133. Subunidad GIIIa. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.

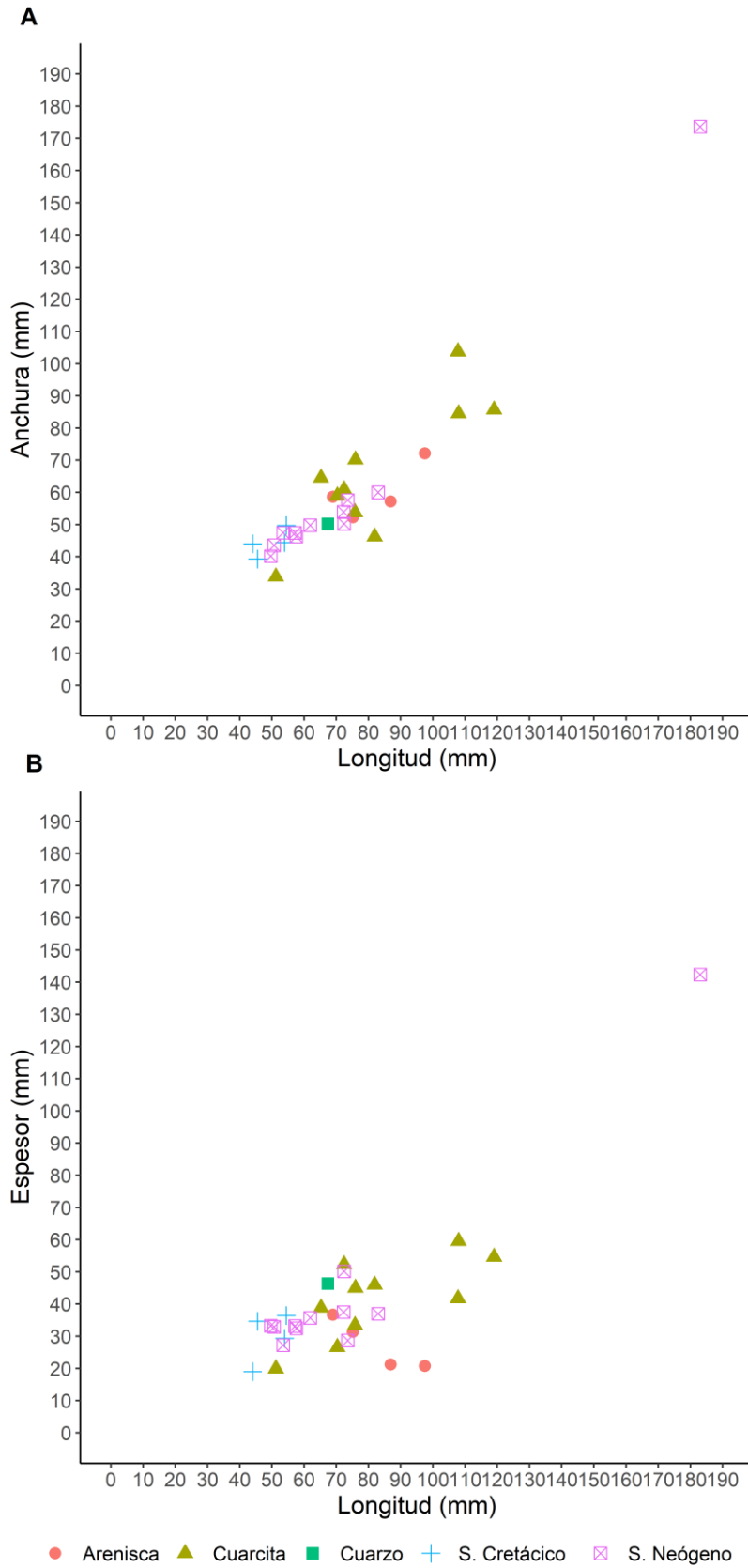


Figura 4.134. Subunidad GIIIa. Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por materia prima.

En lo que respecta al número de superficies intervenidas, son más frecuentes los núcleos bifaciales, seguidos de los unifaciales, mientras los trifaciales y multifaciales suponen un porcentaje minoritario dentro del conjunto. Esta distribución se mantiene al separar los resultados por categoría estructural. En los núcleos bifaciales las superficies se articulan de forma opuesta entre sí, mientras que en los trifaciales y multifaciales se produce una combinación de superficies opuestas y contiguas (Tabla 4.51).

	UNIFACIAL	BIFACIAL	TRIFACIAL	MULTIFACIAL	TOTAL
BN1GE	4 (26.67%)	7 (46.67%)	2 (13.33%)	2 (13.33%)	15 (62.5%)
BN2GE	1 (11.11%)	6 (66.67%)	1 (11.1%)	1 (11.11%)	9 (37.5%)
TOTAL	5 (20.83%)	13 (54.17%)	3 (12.5%)	3 (12.5%)	24 (100%)

Tabla 4.51. Subunidad GIIIa. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.

Independientemente del tipo de soporte empleado, predominan los núcleos multipolares, que dentro del conjunto suponen tres cuartas partes. No obstante, son más frecuentes en los núcleos sobre lasca (88.89%), mientras que en las BN1GE este porcentaje baja ligeramente en favor de núcleos con una (13.33%) o dos (20%) plataformas (Tabla 4.52).

	UNIPOLAR	BIPOLAR	MULTIPOLAR	TOTAL
BN1GE	2 (13.33%)	3 (20%)	10 (66.67%)	15 (62.5%)
BN2GE	-	1 (11.11%)	8 (88.89%)	9 (37.5%)
TOTAL	2 (8.33%)	4 (16.67%)	18 (75%)	24 (100%)

Tabla 4.52. Subunidad GIIIa. Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.

En las estrategias de talla existe un predominio de núcleos multipolares centrípetos y ortogonales. La primera estrategia se aplica principalmente sobre dos superficies, mientras la segunda se aplica tanto en núcleos unifaciales, bifaciales, trifaciales y multifaciales. Las estrategias unipolares longitudinales y bipolares opuestas sólo se han documentado en tres y dos núcleos respectivamente (Tabla 4.53).

	CENTRÍPETO	LONGITUDINAL	OPUESTO	ORTOGONAL	OTROS	TOTAL
UNIFACIAL	1 (16.67%)	2 (33.33%)	1 (16.67%)	1 (16.67%)	1 (16.67%)	6 (24%)
BIFACIAL	10 (76.92%)	1 (7.69%)	1 (7.69%)	1 (7.69%)	-	13 (52%)
TRIFACIAL	-	-	-	3 (100%)	-	3 (12%)
MULTIFACIAL	-	-	-	3 (100%)	-	3 (12%)
TOTAL	11 (44%)	3 (12%)	2 (8%)	8 (32%)	1 (4%)	24 (100%)

Tabla 4.53. Subunidad GIIIa. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.

En este conjunto se han identificado las siguientes VSE:

VSE A-B Inicial: se ha documentado un caso sobre un canto de cuarcita, únicamente presenta dos extracciones marginales.

VSE A: esta estructura se ha identificado en un núcleo de cuarcita. Presenta una única superficie de explotación que se corresponde con una de las caras estrechas del canto, en donde las extracciones se disponen de forma unipolar longitudinal. La superficie de percusión presenta una extracción profunda encaminada a generar un plano de percusión.

VSE C: se han identificado dos núcleos correspondientes a esta estructura. El primero es un canto explotado de forma unifacial, en el cual las extracciones se disponen de forma opuesta desde dos plataformas opuestas. En una superficie contigua del soporte se ha registrado una extracción marginal, posterior a la explotación. El segundo, consiste en una lasca que presenta una secuencia de tres extracciones unipolares longitudinales que se disponen de forma ortogonal sobre una superficie. Además, en una de las caras contiguas presenta un levantamiento transversal a estas extracciones.

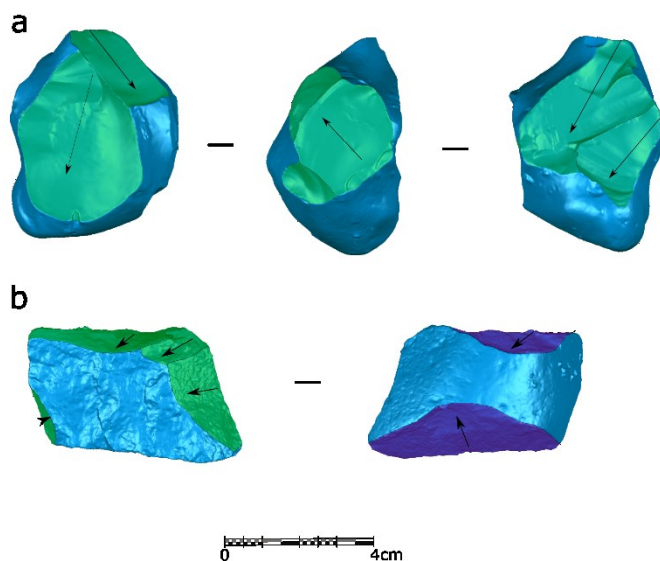


Figura 4.135. Núcleos recuperados en la subunidad GIIIa: a) ATA17 GIIIa I21 23 (s. cretácico); b) ATA19 GIIIa J15 112 (cuarcita).

VSE F: se han documentado dos núcleos pertenecientes a esta estructura, ambos sobre cantos de cuarcita. En un caso, se trata de una explotación de dos superficies estrechas opuestas, realizada desde dos plataformas opuestas, lo que acaba generando una polaridad general del tipo bipolar opuesto. No obstante, la explotación en cada cara se realiza desde una única plataforma cortical, generando una disposición unipolar longitudinal en las dos caras intervenidas. En el otro núcleo, la explotación se articula sobre dos superficies opuestas, pero

que se corresponden con las superficies anchas del soporte. De igual modo se acaba generando una polaridad general de tipo bipolar opuesto, aunque las extracciones en cada cara se disponen de forma unipolar longitudinal.

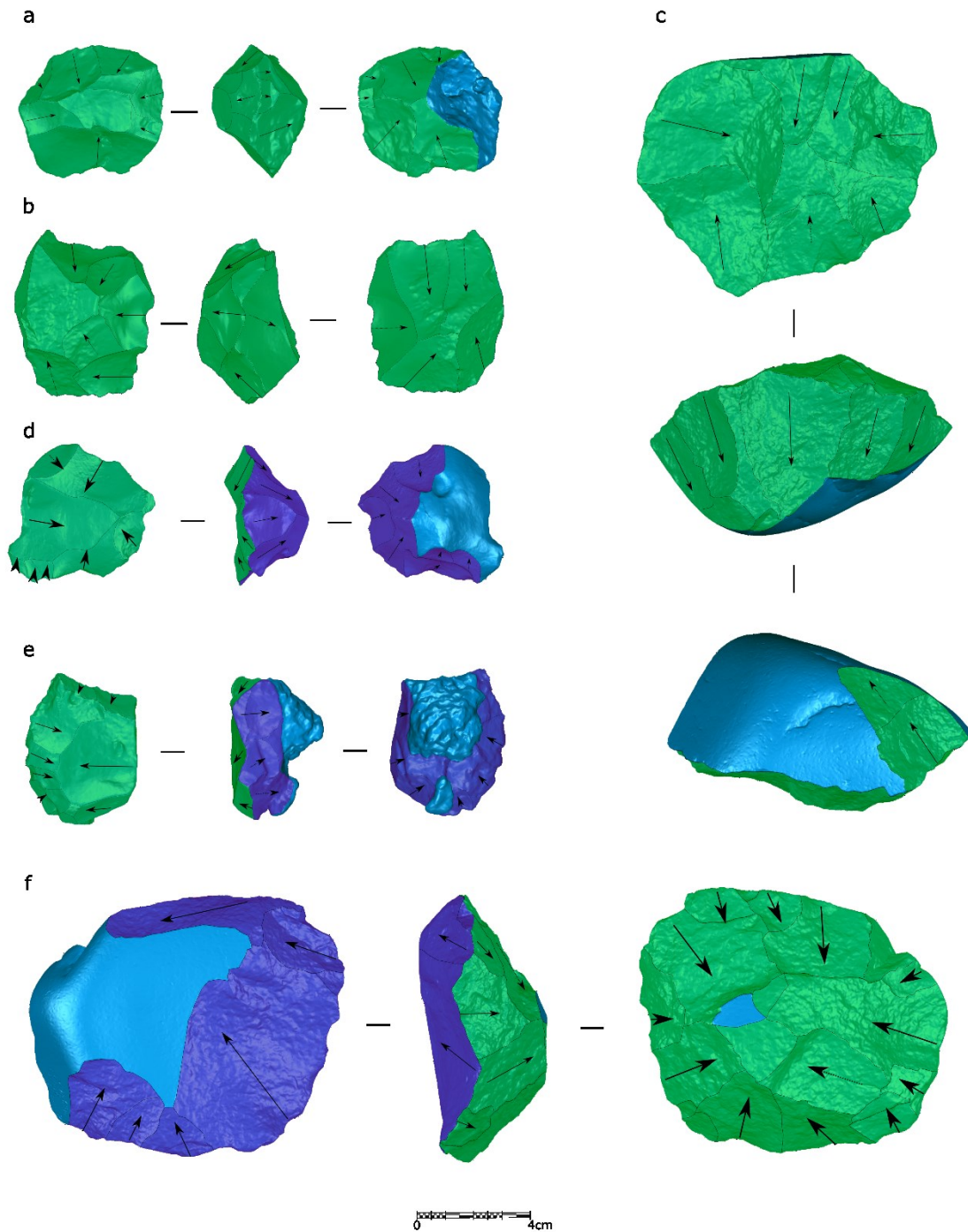


Figura 4.136. Núcleos bifaciales centrípetos recuperados en la subunidad GIIIa: a) ATA89 TGSU11 H20 12 (s. neógeno); b) ATA18 GIIIa L21 6 (s. neógeno); c) ATA18 GIIIa L13 5 (cuarcita); d) ATA91 TN7 H26 1 (s. cretácico); e) ATA85 TGSU11 H15 1 (s. neógeno); f) ATA18 GIIIa K14 92 (cuarcita).

VSE H: Esta estructura volumétrica está definida por la presencia de dos superficies de lascado anchas y opuestas entre sí, separadas por un plano de intersección y cuyas extracciones están dispuestas de forma centrípeta y/o cordal. Se trata de la estructura volumétrica mayoritaria en este conjunto, recuperándose un total de 11 núcleos (Figura 4.136).

Esta estructura se aplica indistintamente tanto a nódulos como lascas, aunque la gran mayoría están hechos sobre sílex neógeno (63.64%), en el que predomina el uso de lascas como soporte, mientras el porcentaje restante son núcleos realizados en cuarcita y sílex cretácico, en el que se produce un uso exclusivo de cantos y nódulos respectivamente.

En esta estructura se han identificado distintas modalidades, desde núcleos simétricos no jerarquizados (n=3), núcleos asimétricos jerarquizados, cuya cara más plana es la preferencial (n=4), núcleos asimétricos jerarquizados cuya superficie más convexa se corresponde con la superficie de lascado (n=1) y núcleos asimétricos no jerarquizados (n=1). En el núcleo restante no se pueden identificar estos criterios de simetría y jerarquización por el estado de preservación de la pieza.

Dentro de esta gran variabilidad destacan los núcleos asimétricos jerarquizados en los cuales la superficie de lascado se corresponde con la superficie más plana del núcleo, ya que, si bien es cierto que no se ha identificado ninguna preparación de la plataforma en la superficie de percusión, en dos núcleos se ha podido identificar la configuración de las convexidades bilaterales y distales de la superficie de lascado mediante series de extracciones marginales, garantizando un cierto grado de predeterminación en la forma de los productos.

Por otra parte, en dos núcleos se pueden observar las características de la talla discoidal. De este modo, los núcleos presentan una morfología biconvexa de las superficies de lascado, resultado de la aplicación de extracciones secantes centrípetas y cordales, lo que permite mantener la convexidad de ambas superficies.

VSE I: este grupo está formado por los núcleos trifaciales/multifaciales ortogonales. Esta estrategia está marcada por una gran variabilidad en el formato de partida, ya que se aplica desde grandes nódulos de sílex neógeno (Figura 4.137) hasta nódulos de sílex cretácico de pequeño tamaño. También se ha documentado en un canto de cuarcita. Del mismo modo, este método se aplica desde momentos iniciales de la secuencia de reducción hasta fases más avanzadas. Se puede distinguir entre aquellos que presentan una estructura ortogonal más organizada -en el cual se aprovechan los levantamientos previos como plataforma de percusión para las siguientes extracciones- y aquellos en los que se produce una gestión más expeditiva, buscando ángulos adecuados entre las distintas superficies, pero sin emplear los negativos previos como plataforma de percusión.

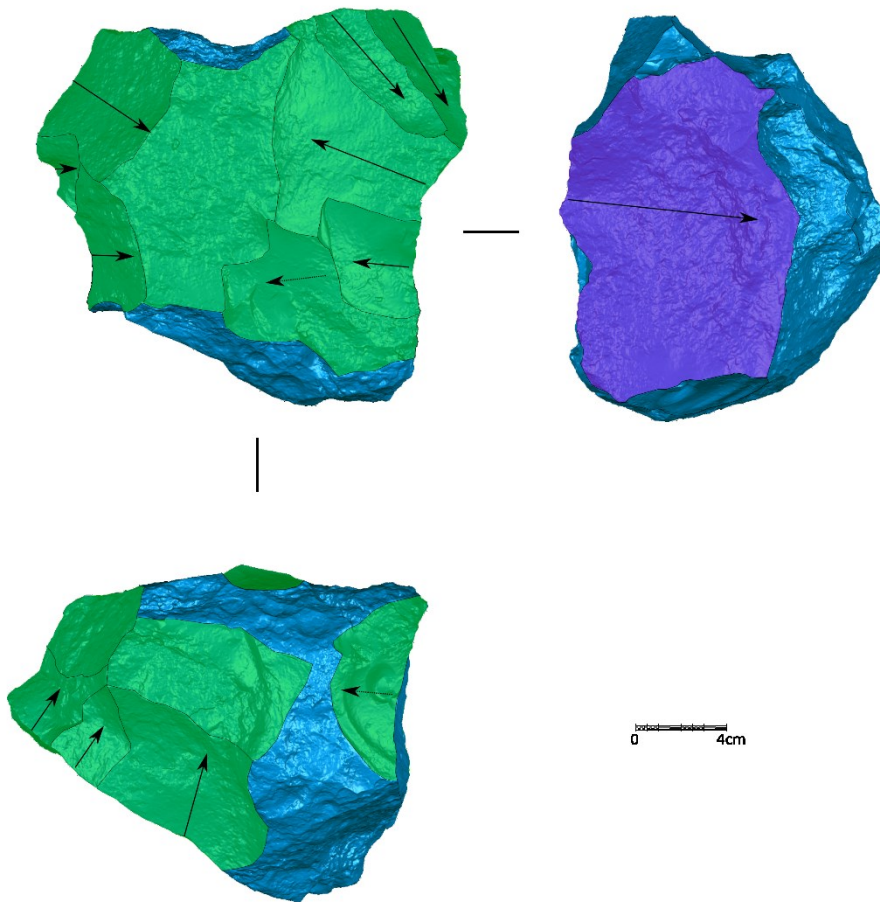


Figura 4.137. Núcleo de grandes dimensiones recuperado en la subunidad GIIIa: ATA17 GIIIa L21 11 (s. neógeno-VSE I).

Otros: se trata de un núcleo realizado sobre un fragmento de sílex cretácico en el cual una de las superficies se explota de forma multipolar ortogonal, mientras en la superficie opuesta no es posible reconocer la estrategia de talla aplicada. El otro núcleo se corresponde con un nódulo de sílex neógeno, en el cual las extracciones se disponen de forma desorganizada sobre una única superficie.

Pese a la gran variabilidad que muestra este conjunto con respecto a las VSE, predominan las estrategias bifaciales centrípetas (VSE H), especialmente en los núcleos sobre lasca de sílex neógeno seguidas de los núcleos multipolares multifaciales (VSE I), realizados casi exclusivamente sobre nódulos de sílex cretácico y sílex neógeno. Los núcleos de cuarcita muestran la mayor variabilidad dentro del conjunto, pudiéndose identificar diferentes VSE, aunque siempre representando porcentajes bajos (Tabla 4.54).

	A-B INICIAL	A	C	F	G	H	I	OTROS	BN1GC	TOTAL
ARENISCA	-	-	-	1 (25%)	-	-	-	-	3 (75%)	4 (13.33%)
CUARCITA	1 (10%)	1 (10%)	2 (20%)	1 (10%)	-	3 (30%)	-	-	2 (20%)	10 (33.33%)
CUARZO	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (100%)	1 (3.33%)
S. CRETÁCICO	-	-	-	-	1 (25%)	1 (25%)	2 (50%)	-	-	4 (13.33%)
S. NEÓGENO	-	-	-	-	-	7 (63.64%)	3 (27.27%)	1 (9.09%)	-	11 (36.67%)
TOTAL	1 (3.33%)	1 (3.33%)	2 (6.67%)	2 (6.67%)	1 (3.33%)	11 (36.67%)	5 (16.67%)	1 (3.33%)	6 (20%)	30 (100%)

Tabla 4.54. Subunidad GIIIa. Frecuencia de las VSE en función de la materia prima.

En los configurados sobre canto predominan los bifaciales ($n = 6$) frente a los unifaciales ($n = 2$). Con respecto a los segundos, se trata de dos *choppers* realizados sobre arenisca y cuarzo. El primero presenta una parte de la superficie concrecionada que dificulta su análisis, aunque se puede ver que las extracciones son muy profundas con respecto a la superficie. Con respecto a los bifaciales, dos se pueden definir como *chopping tools*: en un caso se trata de un canto tallado sobre un soporte muy plano de cuarcita, en el que se configura un diedro distal mediante extracciones ortogonales. En el segundo caso, se ha realizado sobre un canto de arenisca de grandes dimensiones y presenta una configuración que afecta a 2C del perímetro, realizada mediante una serie bifacial cuyas extracciones son muy profundas con respecto a la cara. También se ha identificado un bifaz realizado sobre un canto de cuarcita de pequeñas dimensiones, que se corresponde con una fase inicial de configuración. Únicamente presenta una generación de levantamientos en cada superficie, preservando superficie cortical en aproximadamente la mitad del perímetro. El último configurado sobre canto completo presenta extracciones aisladas a lo largo de todo el perímetro, hecho que dificulta su adscripción en clave tipológica, aunque puede corresponderse a un canto tallado. En general, presenta un bajo grado de configuración, aunque ésta es diferente en función de cada superficie, siendo más intensa en una cara, mientras que en la opuesta presenta tres extracciones marginales y aisladas a lo largo del perímetro. Por último, el configurado fragmentado es un bifaz de cuarcita que presenta una fractura latero-transversal en la zona proximal del soporte (Figura 4.138).

Este conjunto se caracteriza por una gran variabilidad en el porcentaje de superficie no cortical, que viene marcado por la mayor remanencia de superficies corticales de las BN1GC, que contrasta con los elevados porcentajes de superficie no cortical de las BN2GE. Las BN1GE por su parte, se localizan en un estadio intermedio, aunque los valores alcanzan rangos muy elevados. Esta variabilidad viene dada tanto por el tipo de materia prima -ya que tanto el sílex cretácico como el sílex neógeno presentan los mayores porcentajes de superficie no cortical, mientras que la arenisca y el cuarzo presentan valores inferiores-, como por el tipo de estrategia

aplicada, ya que los núcleos y configurados de cuarcita tienen valores muy amplios, correspondiéndose los valores inferiores a estrategias unificiales, mientras las menores remanencias corticales se relacionan con las estrategias bifaciales centrípetas y tri/multifaciales ortogonales (Figura 4.139, Tabla S 8.318-Tabla S 8.320).

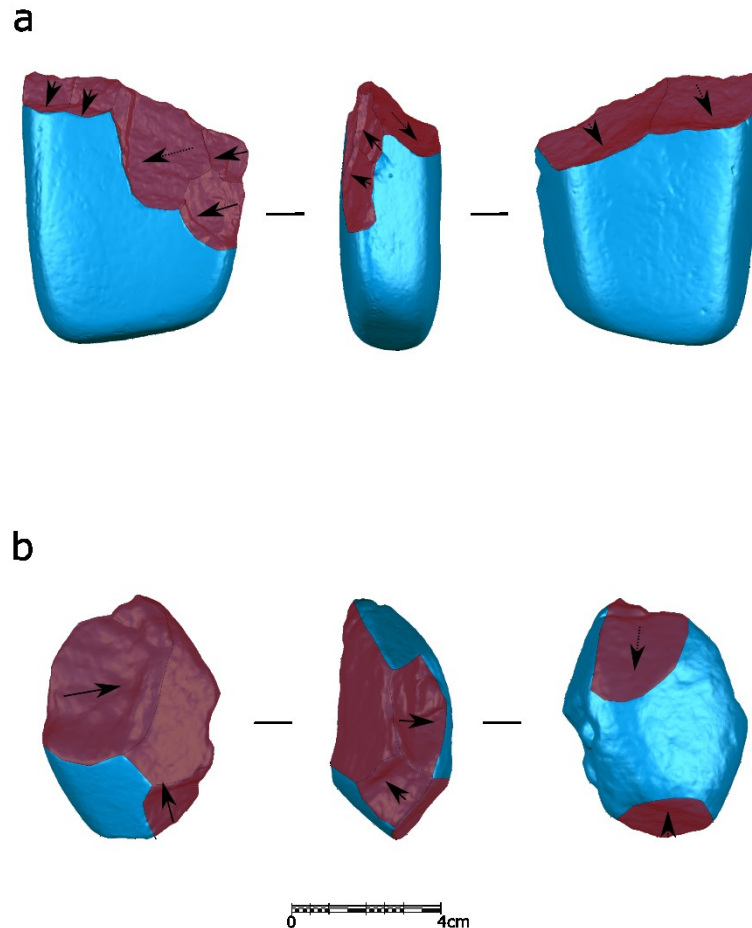


Figura 4.138. BNIGC recuperadas en la subunidad GIIIa: a) ATA18 GIIIa K24 I (cuarcita); b) ATA90 TN7 F25 27 (arenisca).

A pesar de esta variabilidad, los resultados del SPI indican valores centrales y distribuciones muy similares entre los núcleos, independientemente del tipo de soporte, lo que indica que tanto los cantos y nódulos como las lascas se explotan siguiendo esquemas similares. No obstante, si separamos los resultados por materias primas, el sílex neógeno presenta los valores inferiores, correspondientes a estrategias bifaciales centrípetas y multifaciales ortogonales, mientras que la cuarcita y el sílex cretácico se sitúan en un rango intermedio, ya que este tipo de estrategias se han identificado en estas materias primas, mientras los valores más altos de la cuarcita se corresponden a estrategias unipolares longitudinales. La arenisca y el cuarzo, en cambio, obtienen los valores más altos (Figura 4.140, Tabla S 8.324-Tabla S 8.326).

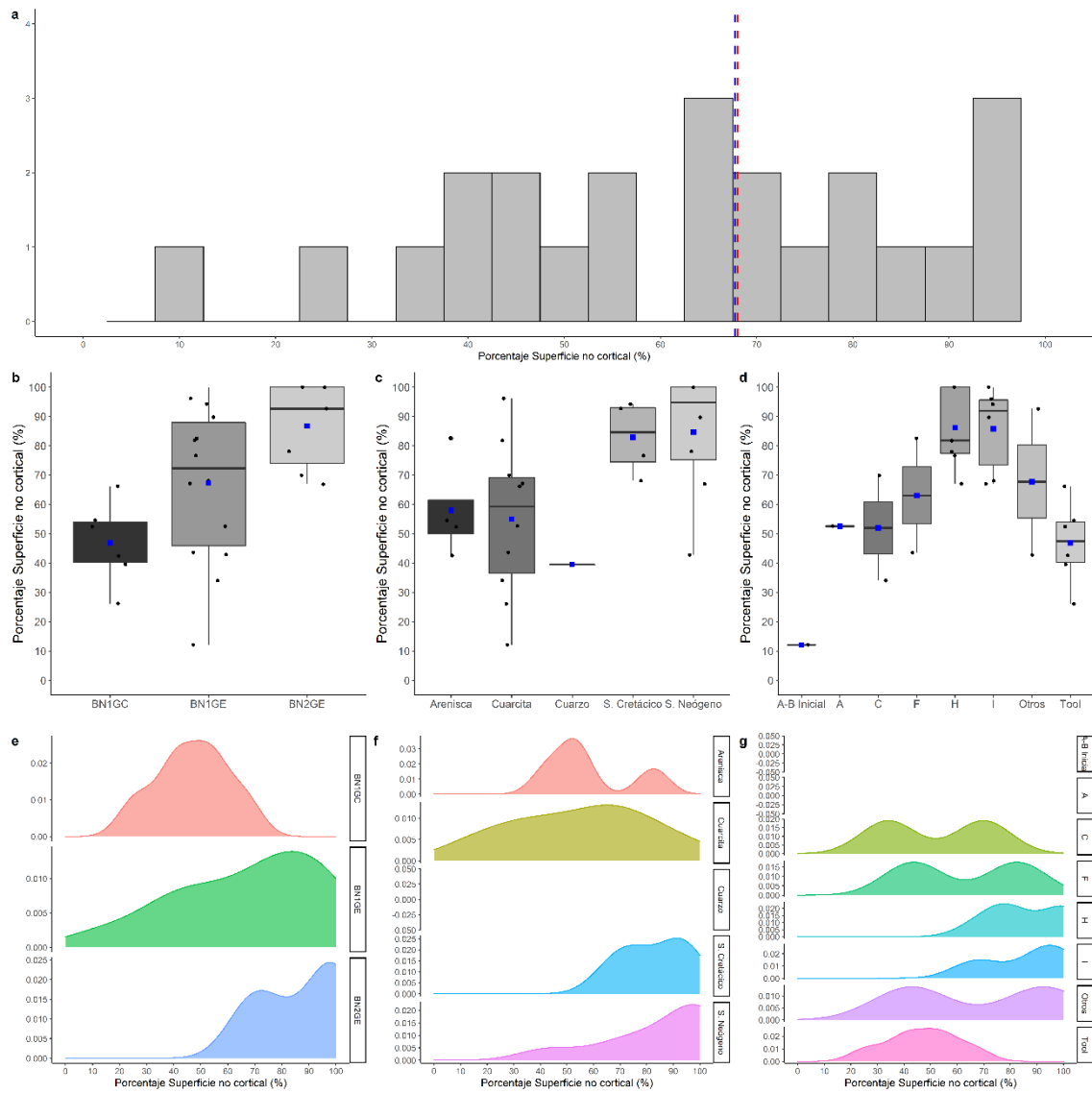


Figura 4.139. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto GIIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

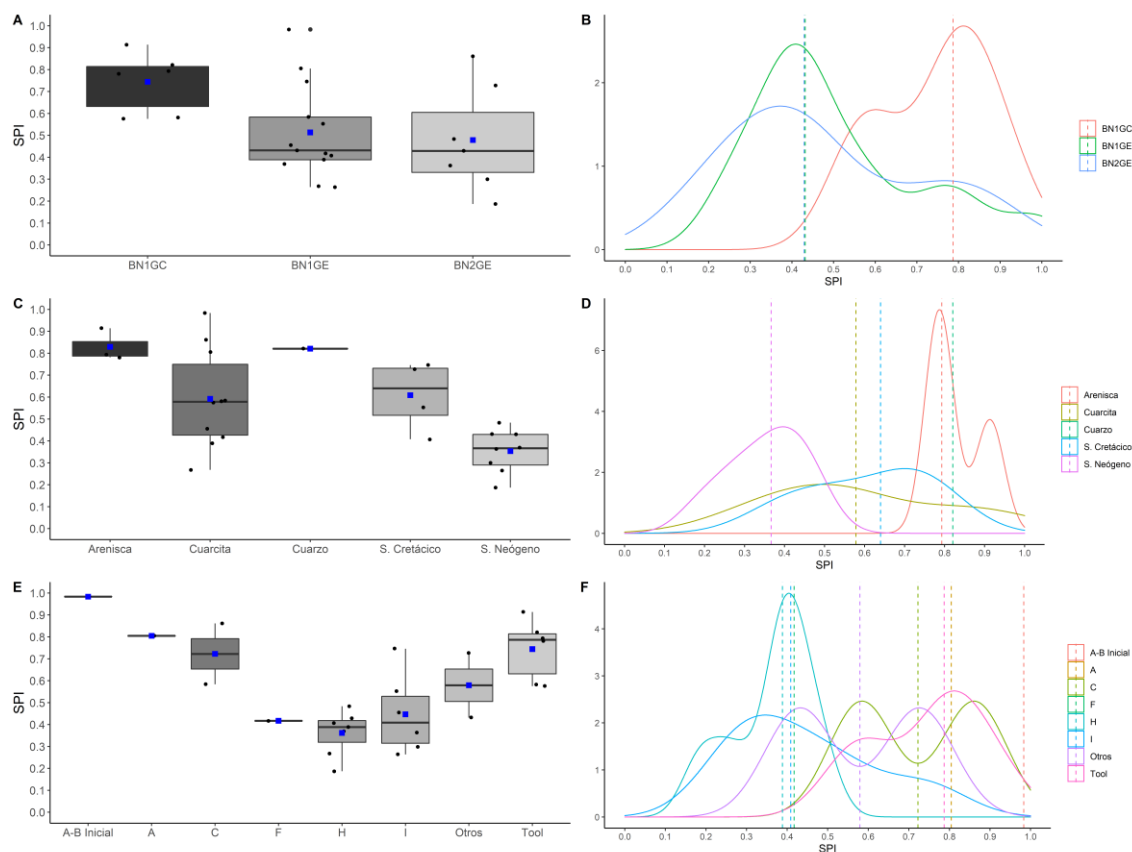


Figura 4.140. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto GIIIa. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.

A pesar de esta gestión similar independiente del tipo de soporte, los resultados del SDI apuntan a una mayor reducción de las BN2GE, en comparación tanto con las BN1GC, como con las BN1GE. De igual modo, los núcleos de sílex neógeno y de sílex cretácico presentan los valores más altos, que contrastan con los valores más bajos de la arenisca, cuarzo y cuarcita (Figura 4.141, Tabla S 8.321-Tabla S 8.323).

Estos resultados son coherentes con los obtenidos a través del VRM ya que los resultados indican que hay un mayor porcentaje de volumen extraído en los núcleos de sílex cretácico que en los núcleos y configurados de cuarcita, arenisca y cuarzo. Estas coincidencias en los índices de reducción se producen también en los resultados por categorías estructurales. Así, las BN1GC presentan una media en torno el 35% de volumen extraído, cuyos valores nunca llegan a alcanzar el 70%. En cambio, en las BN1GE, esta media excede el 50% de volumen extraído, llegando los valores máximos hasta casi el 85% (Figura 4.142, Tabla S 8.330-Tabla S 8.332).

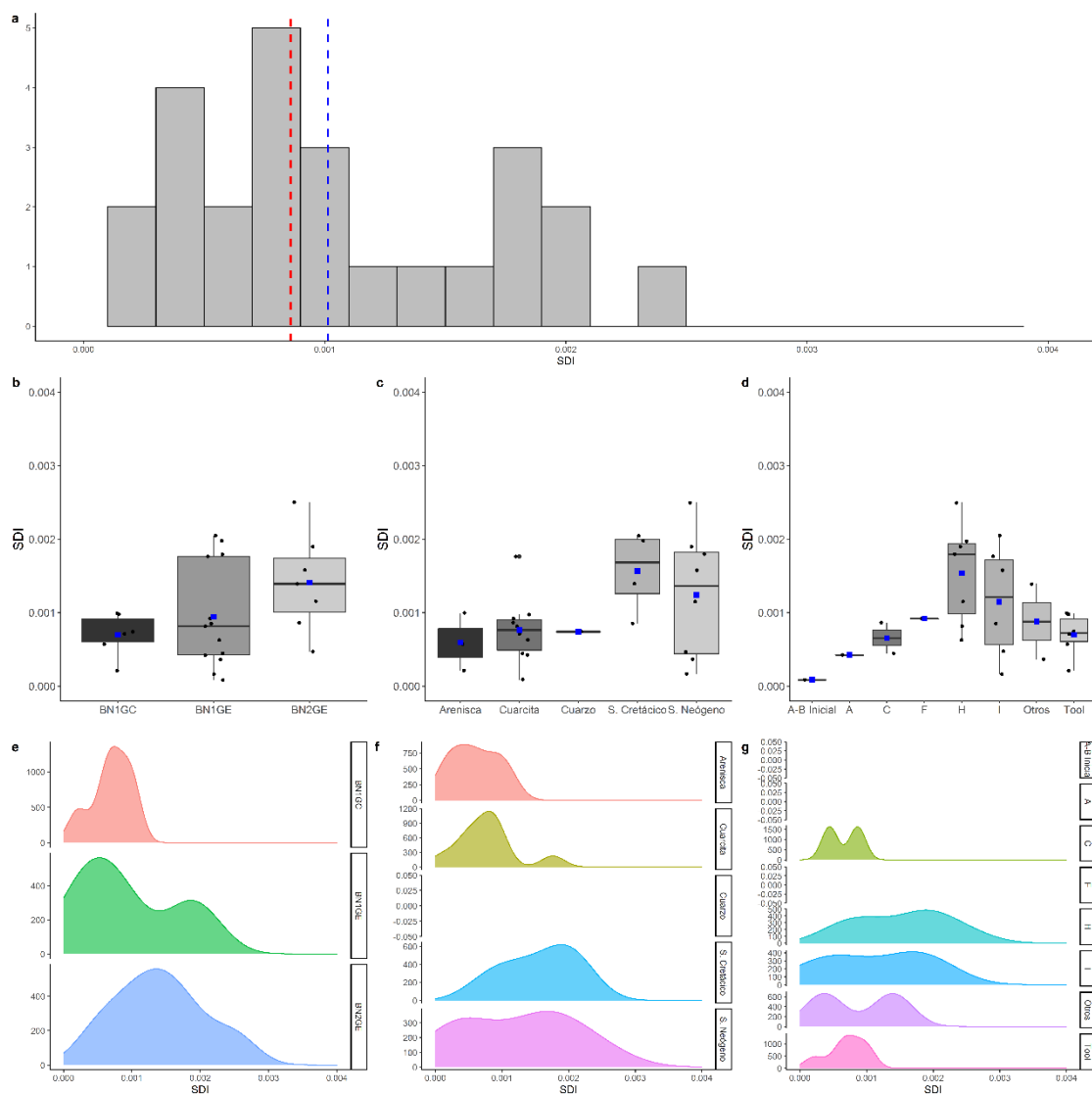


Figura 4.141. Scar Density Index (SDI) del conjunto GIIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

En lo que respecta al volumen original estimado, destaca el reducido tamaño de los configurados en comparación con los núcleos. Estas diferencias se deben especialmente a la cuarcita, ya que los núcleos de otras materias primas (cuarzo, sílex cretácico), muestran valores similares a las BN1GC. En la cuarcita, en cambio, los volúmenes estimados más grandes se corresponden con los núcleos, mientras que los cantos más pequeños tienden a orientarse a la configuración (Figura 4.143, Tabla S 8.327-Tabla S 8.329).

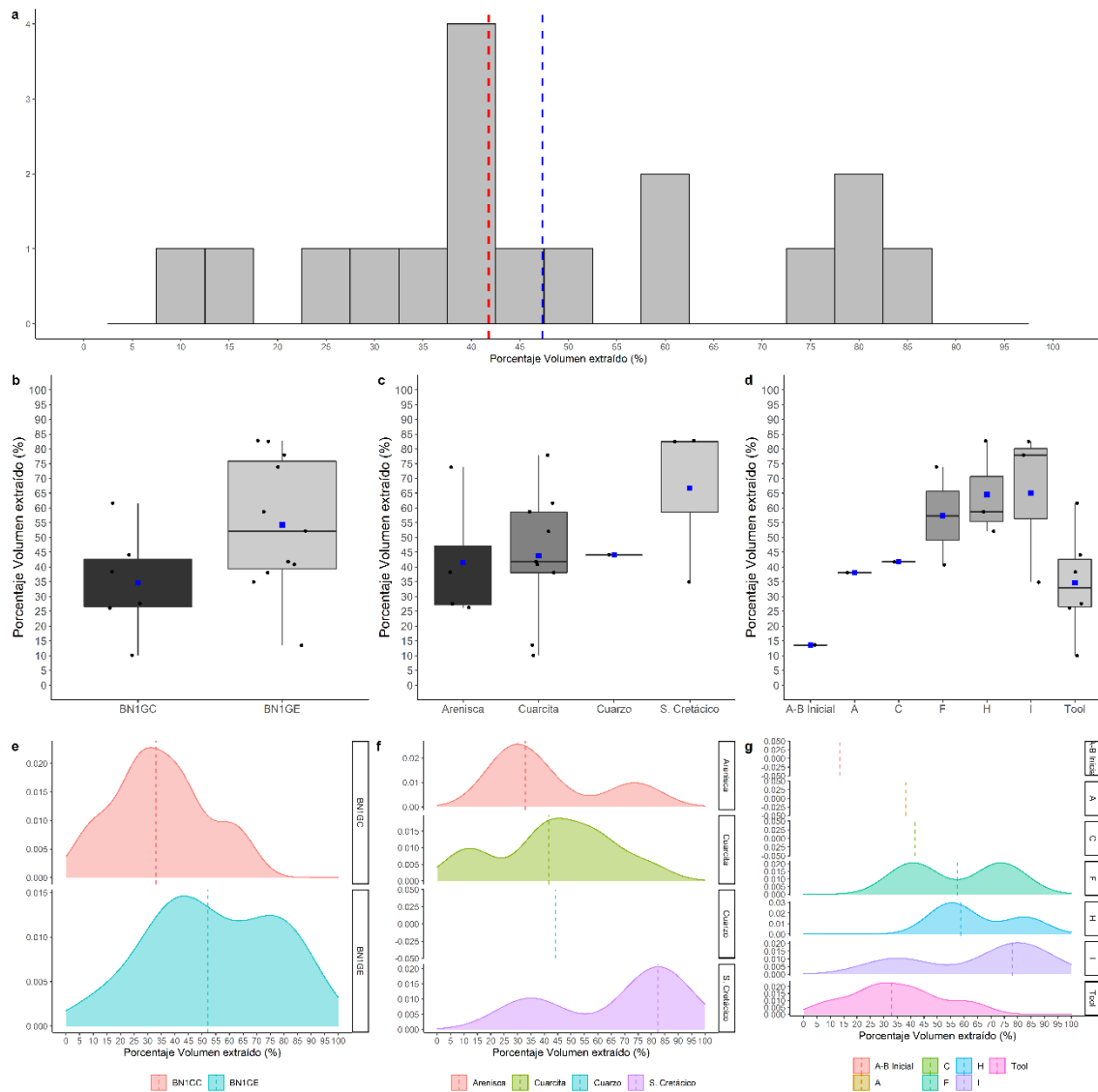


Figura 4.142. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto GIIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

En este conjunto se produce una alta concordancia entre los resultados obtenidos entre los diferentes indicadores del grado de reducción, tal y como reflejan las correlaciones obtenidas entre ellos.

Se han obtenido correlaciones muy bajas y sin significación estadística entre el volumen remanente y el volumen original estimado, con respecto a los indicadores tanto del grado de reducción, como al SPI, lo que puede indicar que el tamaño no juega un rol determinante ni en las estrategias de talla aplicadas ni en la intensidad en su reducción. Esta correlación es todavía más débil cuando incorporamos el sílex neógeno, debido a la presencia de un *outlier* de grandes dimensiones.

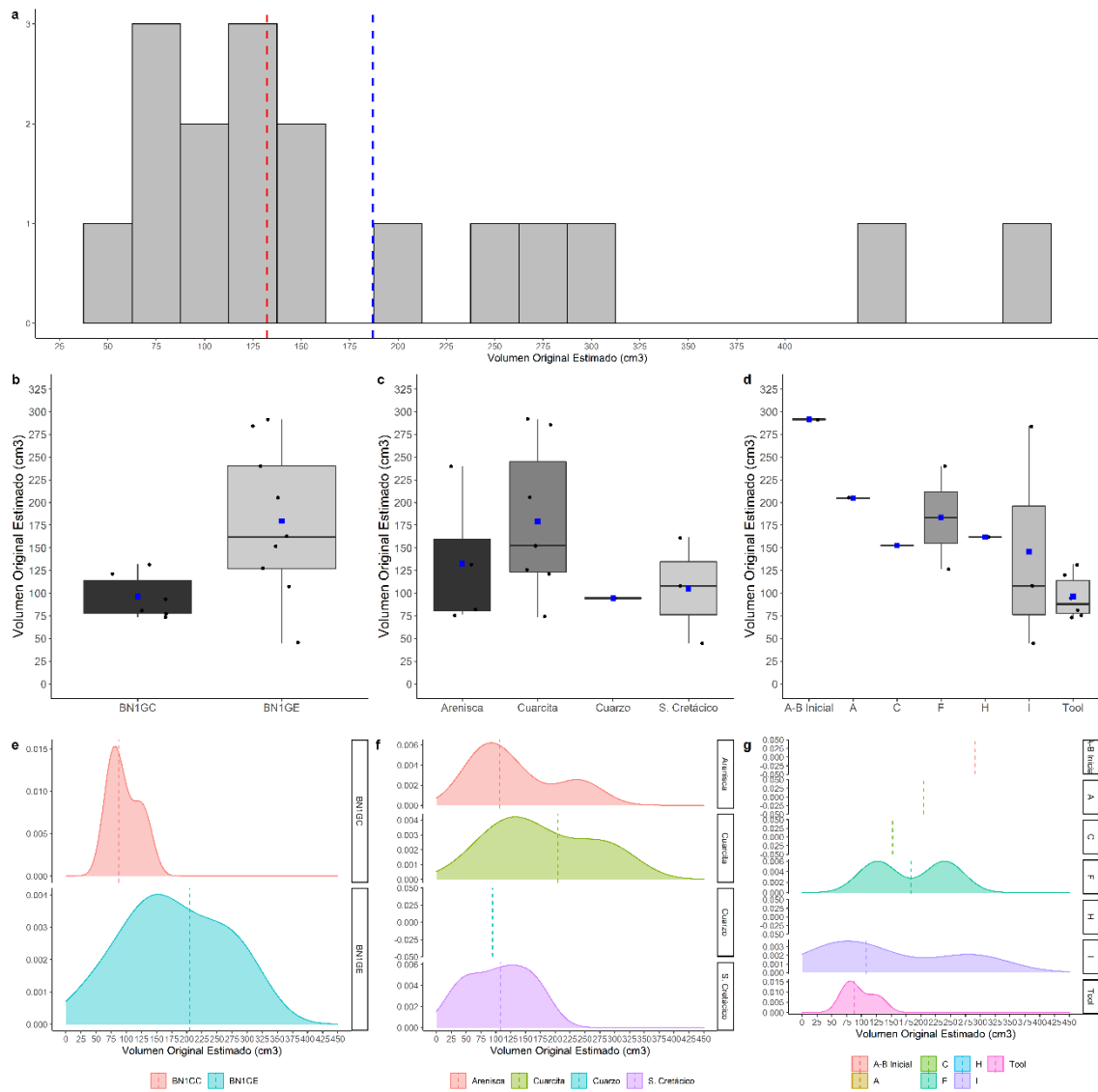


Figura 4.143. Volumen original estimado (cm^3) del conjunto GIIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.

Las estrategias de talla tampoco parecen influir significativamente en el grado de reducción, ni viceversa, ya que las correlaciones obtenidas entre el SPI y los distintos indicadores del grado de reducción son moderadas y no tienen peso estadístico. De nuevo, el porcentaje de superficie no cortical es el indicador que muestra una mayor correlación con respecto al SPI, lo que apunta de nuevo a la gestión diferencial inferida en las otras subunidades de Galería: los materiales fluviales mantienen una mayor remanencia de córtex y un menor grado de reducción, y se explotan más frecuentemente siguiendo estrategias unipolares longitudinales, en comparación con otras litologías. Por lo tanto, esta tendencia puede no estar relacionada con los cambios que se pueden producir a lo largo de la secuencia de talla, sino con una reducción diferencial en función del tipo de estrategia de talla aplicada (Figura 4.144).

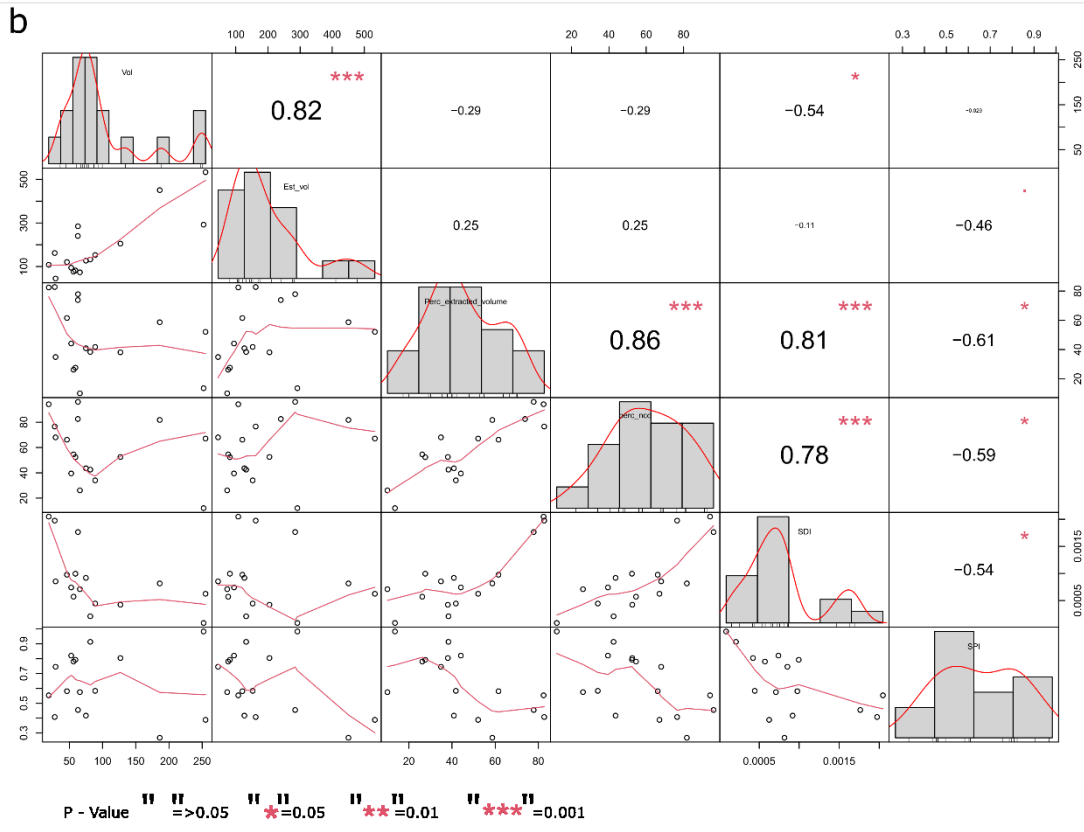
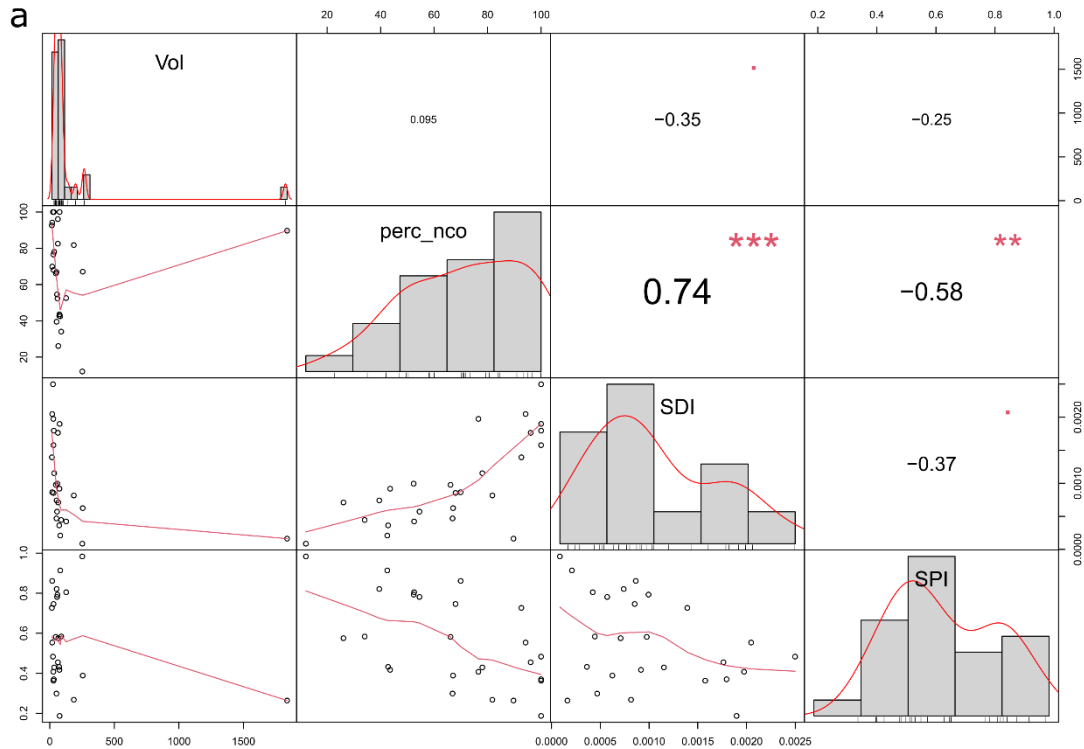


Figura 4.144. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto GIIIa. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.

4.2.4.4 GIIIb

En la subunidad GIIIb se han recuperado un total de 18 núcleos, que representan el 3.38% del conjunto (García-Medrano, 2010). En esta subunidad se produce un cierto equilibrio entre los núcleos sobre canto o nódulo (50%) y sobre lasca (44.44%), mientras en un caso no se ha podido determinar el tipo de soporte empleado.

El sílex neógeno y la cuarcita son las litologías más frecuentes en los núcleos (33.33%). No obstante, en el primer caso se emplean sistemáticamente lascas como soporte, mientras que en la cuarcita los soportes se corresponden con cantos. Por otro lado, también se han recuperado núcleos realizados en arenisca, caliza, sílex cretácico y sílex indeterminado, aunque su frecuencia es minoritaria (Tabla 4.55).

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	S. CRETÁCICO	S. NEÓGENO	SÍLEX INDET	TOTAL
BN1GE	-	2 (22.22%)	6 (66.67%)	1 (11.11%)	-	-	9 (50%)
BN2GE	1 (12.5%)	-	-	-	6 (75%)	1 (12.5%)	8 (44.44%)
BNE	1 (100%)	-	-	-	-	-	1 (5.56%)
TOTAL	2 (11.11%)	2 (11.11%)	6 (33.33%)	1 (5.56%)	6 (33.33%)	1 (5.56%)	18 (100%)

Tabla 4.55. Subunidad GIIIb. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima

En lo que respecta a los configurados sobre canto se han recuperado siete efectivos, todos realizados sobre cuarcita.

A pesar de que existen diferencias en el volumen remanente en función de la categoría estructural, en donde los configurados tienden a presentar volúmenes mayores en comparación con los núcleos sobre canto o nódulo y especialmente con los núcleos sobre lasca, estas diferencias solo son estadísticamente significativas en la distribución de los valores entre los configurados sobre canto y los núcleos sobre lasca ($K-S = 0.04$) (Tabla S 8.334-Tabla S 8.336). Del mismo modo, tampoco existen diferencias estadísticamente significativas en el volumen remanente de los núcleos en función de las distintas materias primas, a pesar de que los núcleos de caliza presentan una media superior al resto de litologías (Figura 4.145, Tabla S 8.346-Tabla S 8.348).

Estas similitudes en el volumen se mantienen en las dimensiones técnicas máximas de los núcleos y configurados sobre canto, presentando resultados muy homogéneos tanto entre distintas categorías estructurales (Figura 4.146, Tabla S 8.337-Tabla S 8.345), como entre distintas materias primas (Figura 4.147, Tabla S 8.349-Tabla S 8.357).

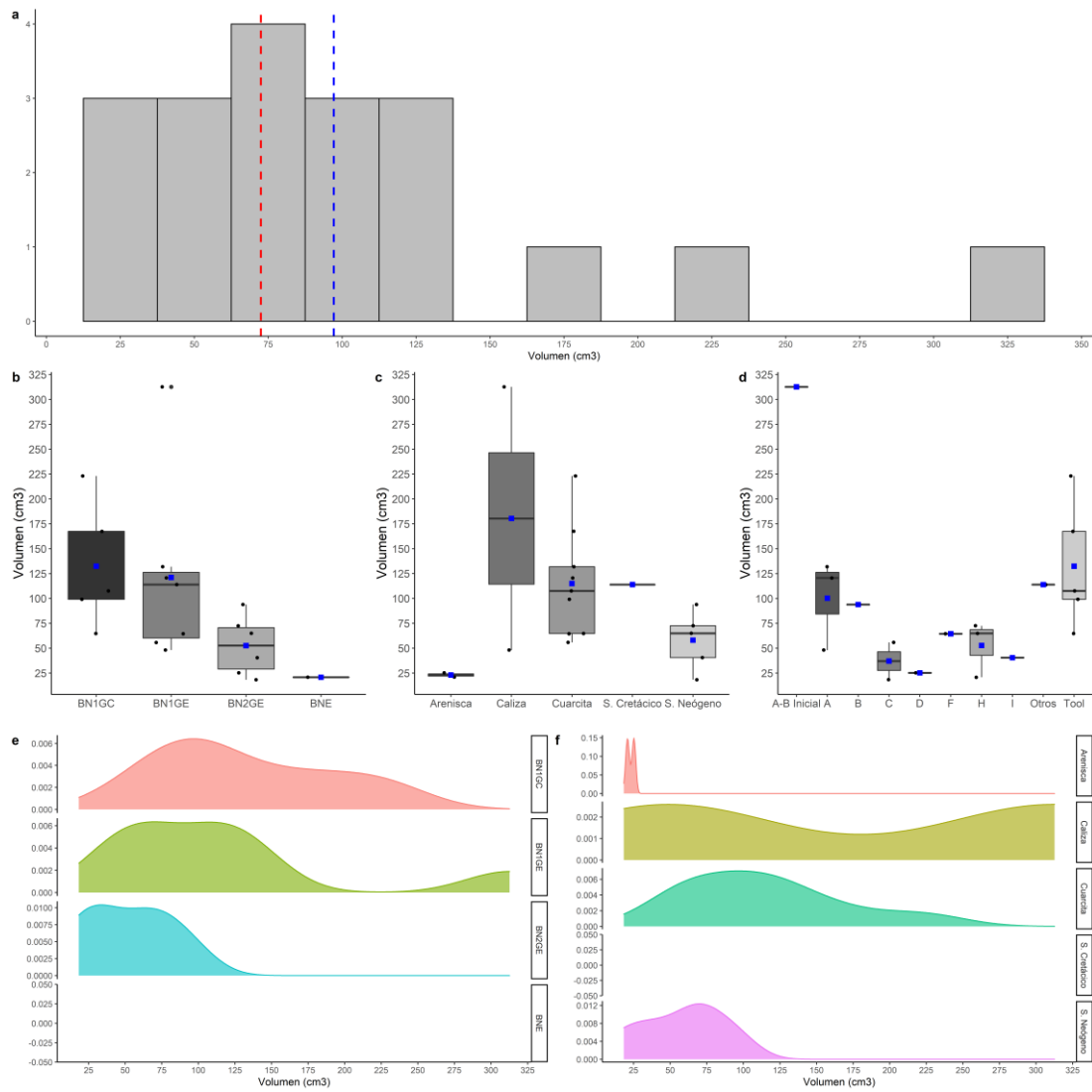


Figura 4.145. Volumen remanente (cm^3) del conjunto GIIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

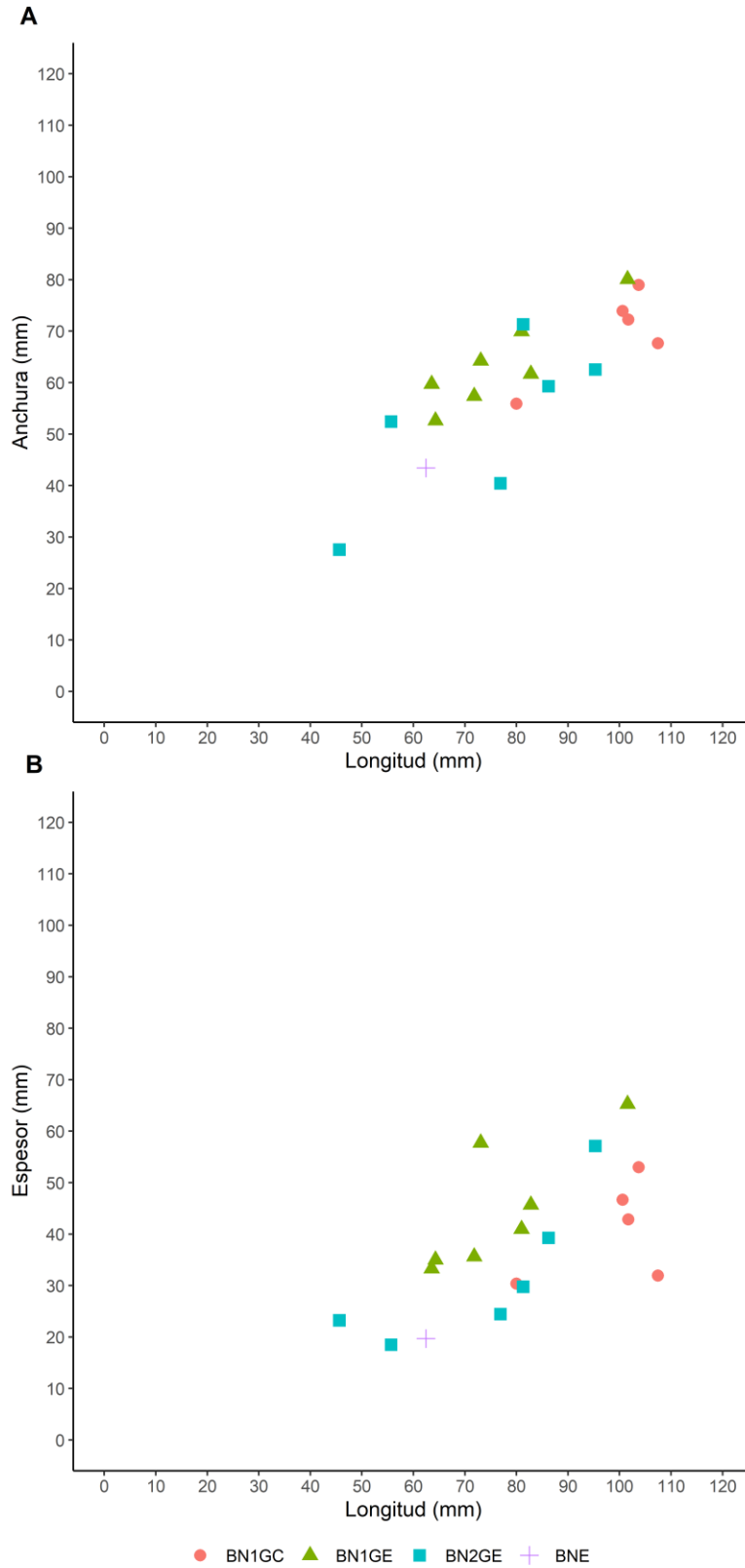


Figura 4.146. Subunidad GIIIb. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.

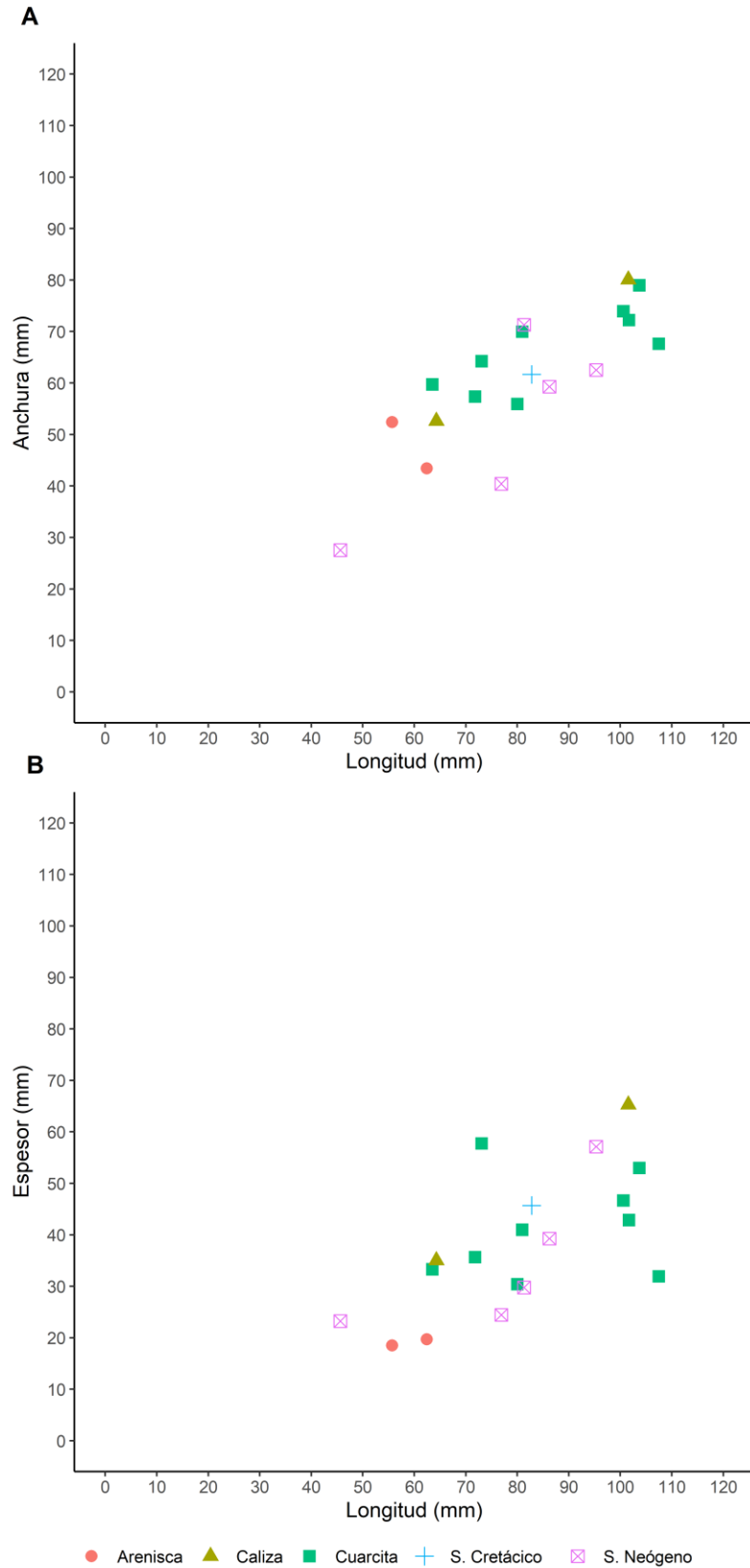


Figura 4.147. Subunidad GIIIb. Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por materia prima.

Independientemente del tipo de soporte empleado, predominan los núcleos unifaciales (57.14%), seguidos de los núcleos bifaciales (35.71%), mientras únicamente se ha identificado un núcleo que presenta múltiples superficies intervenidas (Tabla 4.56).

	UNIFACIAL	BIFACIAL	MULTIFACIAL	TOTAL
BN1GE	5 (71.43%)	2 (28.57%)	-	7 (50%)
BN2GE	3 (50%)	2 (33.33%)	1 (16.67%)	6 (42.86%)
BNE	-	1 (100%)	-	1 (7.14%)
TOTAL	8 (57.14%)	5 (35.71%)	1 (7.14%)	14 (100%)

Tabla 4.56. Subunidad GIIIb. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.

En cuanto al número de plataformas, son más abundantes aquellos núcleos que presentan tres o más plataformas (50%), aunque son más frecuentes en los núcleos sobre lasca. Los núcleos unipolares son los siguientes en importancia, con un 35.71%, destacando en los núcleos sobre canto. Los núcleos bipolares son minoritarios dentro del conjunto con sólo dos casos identificados (14.29%) (Tabla 4.57).

	UNIPOLAR	BIPOLAR	MULTIPOLAR	TOTAL
BN1GE	4 (57.14%)	1 (14.29%)	2 (28.57%)	7 (50%)
BN2GE	1 (16.67%)	1 (16.67%)	4 (66.67%)	6 (42.86%)
BNE	-	-	1 (100%)	1 (7.14%)
TOTAL	5 (35.71%)	2 (14.29%)	7 (50%)	14 (100%)

Tabla 4.57. Subunidad GIIIb. Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.

En lo que concierne a las estrategias de talla identificadas en el conjunto, se produce un equilibrio entre núcleos centrípetos -ya sean unifaciales o bifaciales-, unifaciales unipolares longitudinales y ortogonales (tanto bipolares, como multipolares), mientras únicamente se ha recuperado un núcleo bipolar opuesto (Tabla 4.58).

	CENTRÍPETO	LONGITUDINAL	OPUESTO	ORTOGONAL	TOTAL
UNIFACIAL	1 (12.5%)	5 (62.5%)	-	2 (25%)	8 (57.14%)
BIFACIAL	3 (60%)	-	1 (20%)	1 (20%)	5 (35.71%)
CONTIGUO	-	-	-	1 (100%)	1 (7.69%)
OPUESTO	3 (75%)	-	1 (25%)	-	4 (30.77%)
MULTIFACIAL	-	-	-	1 (100%)	1 (7.14%)
TOTAL	4 (28.57%)	5 (35.71%)	1 (7.14%)	4 (28.57%)	14 (100%)

Tabla 4.58. Subunidad GIIIb. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.

De este modo, se han identificado las siguientes VSE:

VSE A-B Inicial: se ha identificado un núcleo que presenta únicamente dos extracciones desde una plataforma completamente cortical, realizado sobre un canto de caliza.

VSE A: se han recuperado tres núcleos pertenecientes a esta estructura, dos realizados sobre cantos de cuarcita y el último sobre un canto de caliza. Estos núcleos se caracterizan por presentar una única superficie de explotación correspondiente a una de las superficies estrechas del soporte, sobre la cual se realizan extracciones desde una única plataforma de percusión completamente cortical. Por lo general, estos núcleos presentan ángulos abruptos entre la superficie de lascado y la plataforma de percusión, además de un escaso desarrollo perimetral, ya que los levantamientos afectan al 1C y 2C del perímetro (Figura 4.148).

VSE B: el núcleo recuperado en esta estructura se realiza sobre una lasca de sílex neógeno. Este núcleo presenta una única superficie de explotación que se corresponde con una de las superficies anchas del soporte. La explotación presenta un marcado desarrollo perimetral (3C), empleando la cara ventral como plataforma de percusión.

VSE C: se han identificado dos efectivos correspondientes a esta estructura, empleando en un caso un canto de cuarcita como soporte y, en el otro, una lasca de sílex neógeno. El primer caso presenta una superficie ancha de explotación sobre la cual las extracciones se disponen de forma bipolar ortogonal, aprovechando una gran extracción previa como plataforma de percusión. El núcleo sobre lasca presenta también una única superficie ancha del soporte explotada, con dos plataformas de percusión, aunque en este caso, hay una explotación unipolar longitudinal dominante, con un marcado desarrollo perimetral.

VSE D: el único núcleo que se corresponde con esta estructura se ha realizado sobre una lasca de arenisca. La explotación se desarrolla de forma unifacial multipolar centrípeta sobre la cara ventral de la lasca-soporte, empleando la cara dorsal como plataforma de percusión, completamente cortical. Este núcleo presenta múltiples reflejados a lo largo de todo el perímetro del mismo.

VSE F: únicamente se ha adscrito un núcleo a este grupo. Se trata de un canto de cuarcita que presenta dos superficies opuestas intervenidas, correspondientes a superficies estrechas del soporte, sobre las cuales se aplican dos series longitudinales independientes, opuestas entre sí. Esta explotación se realiza empleando directamente superficies corticales como plataforma de percusión.

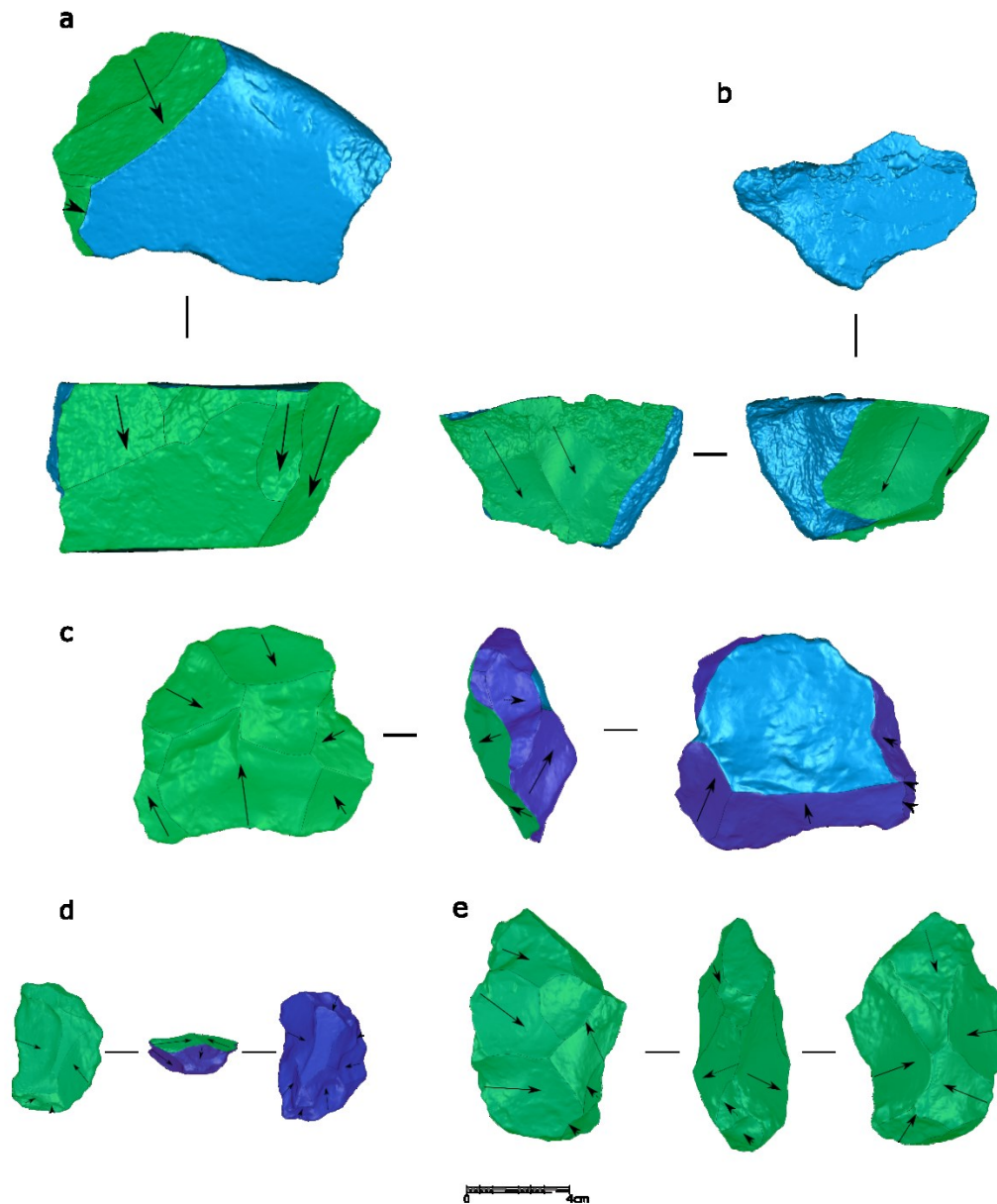


Figura 4.148. Núcleos recuperados en la subunidad GIIIb: a) ATA14 GIIIb K21 18 (cuarcita); b) ATA05 TZ GIIIb O04 12 (s. neógeno); c) ATA92 TG10cc H14 13 (s. neógeno); d) ATA93 TZ GIII K06 22 (arenisca); e) ATA92 TZ GIII M04 11 (s. neógeno).

VSE H: se han recuperado tres efectivos, dos realizados sobre lascas de sílex neógeno, mientras el caso restante se corresponde con una arenisca cuyo soporte empleado no ha sido posible determinar, debido al avanzado grado de reducción que presenta. Cada uno de estos núcleos se corresponde con una modalidad de multipolar bifacial centrípeto diferente. Así, se ha documentado un núcleo que presenta dos superficies asimétricas no jerarquizadas, mientras los otros dos núcleos presentan una marcada jerarquización de sus superficies. En ambos casos la superficie preferencial se corresponde con la superficie más plana del soporte. Aunque los planos de percusión que se generan en estos núcleos no presentan extracciones de preparación,

sí se ha identificado en un caso pequeñas extracciones orientadas a la preparación de la convexidad lateral en la cara de lascado (Figura 4.148).

VSE I: se ha recuperado un núcleo multipolar multifacial ortogonal, realizado sobre una lasca de sílex neógeno. Las extracciones se realizan de forma bastante expeditiva aprovechando las relaciones angulares óptimas del soporte, generando una morfología general muy irregular y, dadas las dimensiones y volumen remanente, completamente agotado.

Otros: en un ejemplar recuperado de sílex cretácico no ha sido posible reconocer la estrategia de talla debido a la acumulación de reflejados y estallados que se produce en una de sus superficies. No obstante, dadas las remanencias de córtex, se puede inferir que en realidad se trata de un núcleo en estadio de explotación incipiente.

En lo que respecta a la variabilidad en las estrategias de talla identificadas, este conjunto sigue la tónica general observada en la secuencia de Galería, presentando un gran número de estructuras volumétricas de explotación. Sin embargo, a diferencia de los conjuntos GIIb y GIIIa, en este conjunto no hay un predominio de estrategias bifaciales centrípetas, sino que se produce un equilibrio en la frecuencia de las diferentes estructuras (Tabla 4.59).

	A-B INICIAL	A	B	C	D	F	H	I	OTROS	BN1GC	TOTAL
ARENISCA	-	-	-	-	1 (50%)	-	1 (50%)	-	-	-	2 (10.53%)
CALIZA	1 (50%)	1 (50%)	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (10.53%)
CUARCITA	-	2 (22.22%)	-	1 (11.11%)	-	1 (11.11%)	-	-	-	7 (56.56%)	11 (47.37%)
S. CRETÁCICO	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (100%)	-	1 (5.26%)
S. NEÓGENO	-	-	1 (20%)	1 (20%)	-	-	2 (40%)	1 (20%)	-	-	5 (26.32%)
TOTAL	1 (5.26%)	3 (15.79%)	1 (5.26%)	2 (10.53%)	1 (5.26%)	1 (5.26%)	3 (15.79%)	1 (5.26%)	1 (5.26%)	7 (26.32%)	21 (100%)

Tabla 4.59. Subunidad GIIIb. Frecuencia de las VSE en función de la materia prima.

Se han recuperado siete configurados sobre canto, dos de los cuales no han podido ser analizados. Cuatro de ellos corresponden a *choppers* unifaciales, que presentan una marcada variabilidad tanto morfológica, como en la intensidad de configuración. En dos casos presentan extracciones marginales que afectan a una pequeña proporción del perímetro (NC-1C), que contrasta con el carácter más invasivo de las extracciones de los otros cantos tallados, que a su vez presentan un mayor desarrollo perimetral (2C). Además, los primeros presentan ángulos simples mientras que en los segundos son más planos. El último gran instrumento se corresponde tipológicamente con un bifaz, que presenta una generación de levantamientos que afecta a todo el perímetro en ambas caras, generando un filo sinuoso. Dicha configuración está realizada mediante extracciones que cubren la totalidad de la superficie, cuyos ángulos oscilan entre simples y semiabruptos (Figura 4.149).

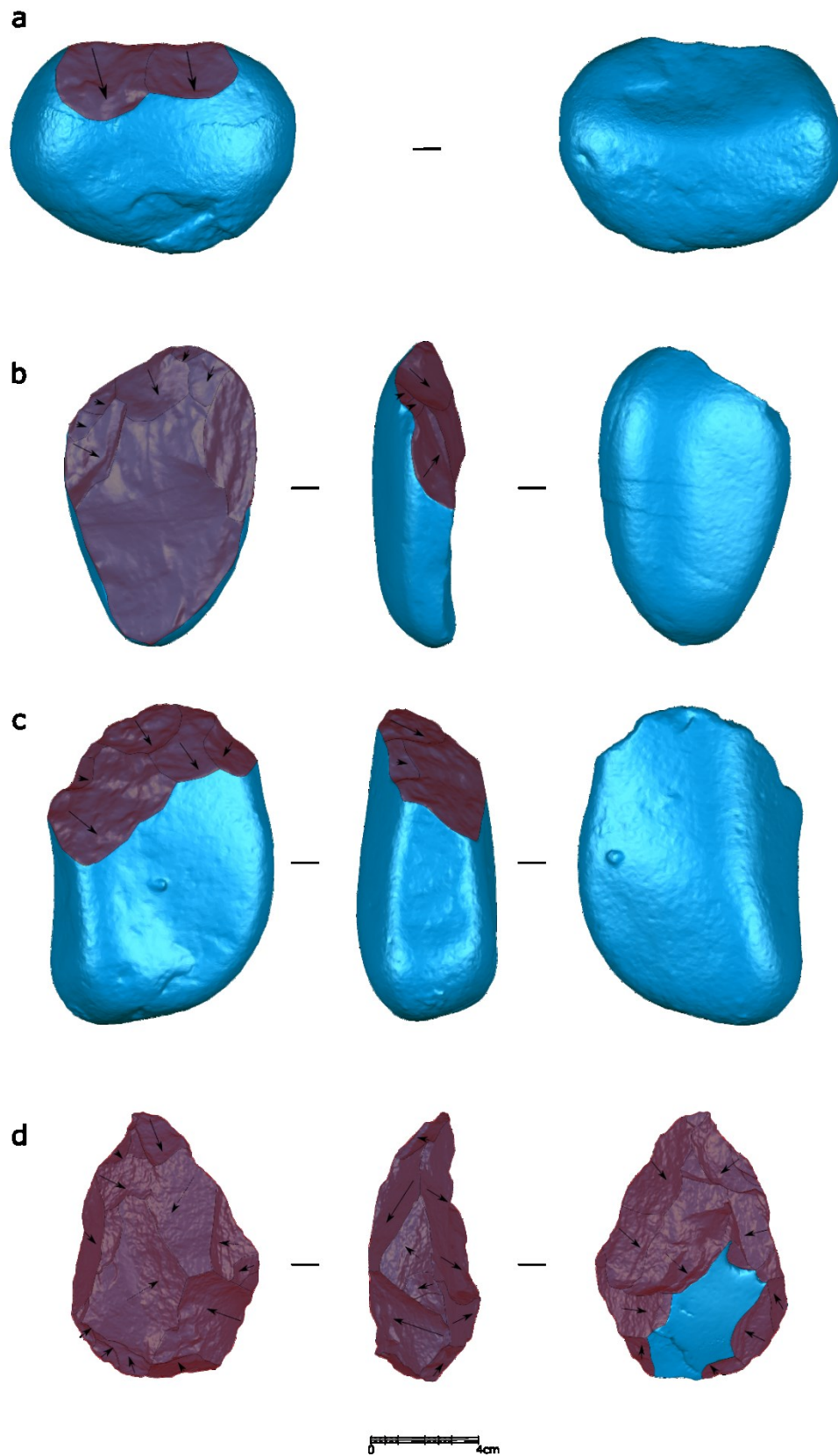


Figura 4.149. BNIGC de cuarcita recuperadas en la subunidad GIIIb: a) ATA90 TGSU12 F22 44; b) ATA93 TZ GIII N05 70; c) ATA93 TZ GIII N05 54; d) ATA93 TZ GIII QO5 11.

En lo que respecta a la superficie cortical en función de las categorías estructurales, se pueden observar dos tendencias diferenciadas: por un lado, tanto los configurados como los núcleos sobre canto presentan grandes remanencias corticales, así como una amplia variabilidad interna, con valores que oscilan entre el 10% y el 90% de la superficie total. Por otro lado, los núcleos sobre lasca presentan valores de superficie no cortical muy elevados, llegando al 100% en la mayoría de los casos (Figura 4.150, Tabla S 8.358-Tabla S 8.360).

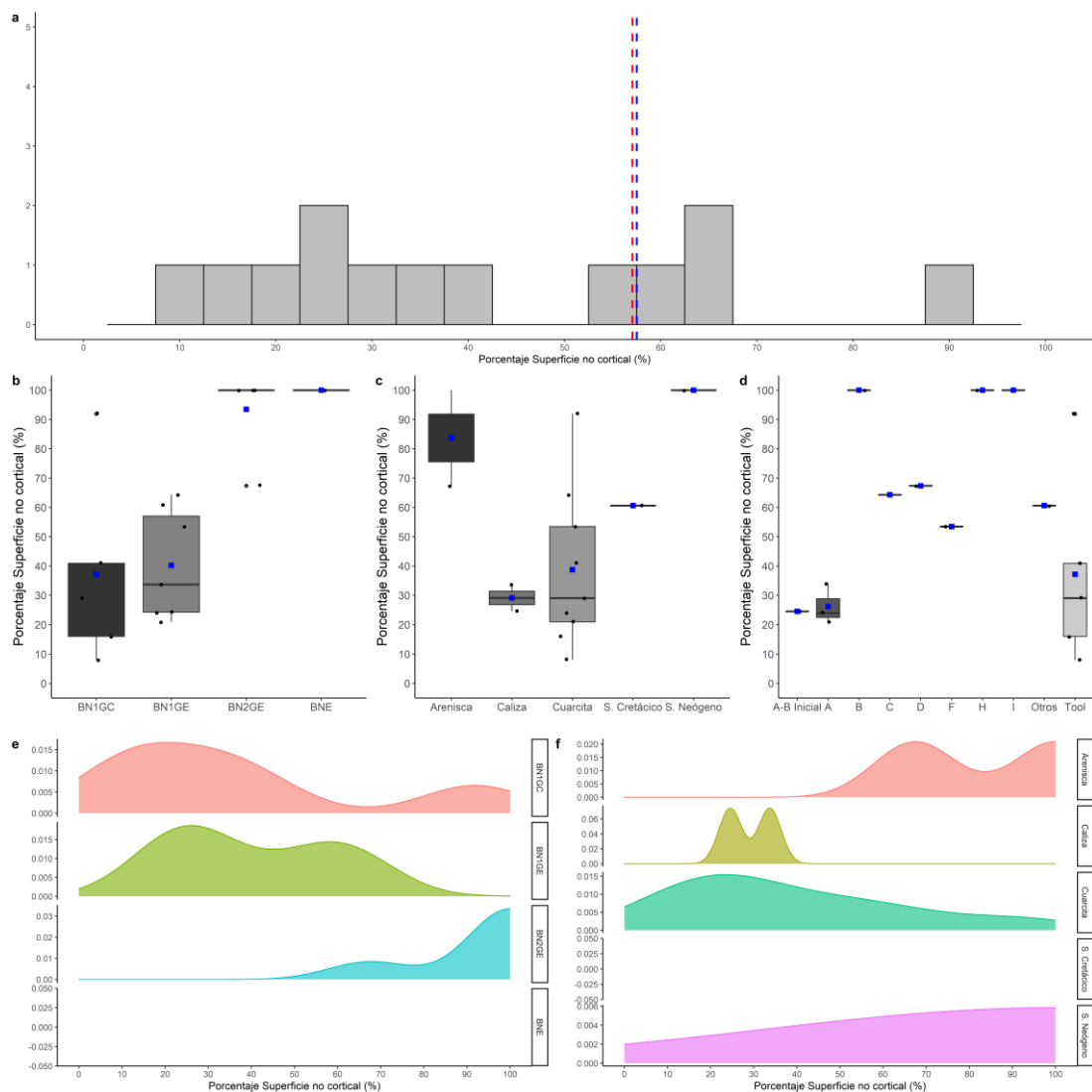


Figura 4.150. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto GIIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Estas dos tendencias se repiten si separamos los resultados en función de cada litología. De este modo, mientras el sílex cretácico y, especialmente, la cuarcita y la caliza, presentan porcentajes de superficie no cortical inferiores -así como una mayor variabilidad en el caso de la cuarcita-, el sílex neógeno y la arenisca presentan valores superiores y más homogéneos.

Por su parte, los resultados del SPI indican una gestión diferencial en función del objetivo y, especialmente, del tipo de soporte. Así, los núcleos sobre canto presentan valores centrales muy próximos a 1, correspondientes a estrategias unipolares longitudinales. En cambio, los núcleos sobre lasca presentan valores centrales inferiores, así como una distribución diferente de los valores, cuya mayor acumulación de los mismos se produce en torno a 0.3, lo que indica un patrón de levantamientos más complejo. Por último, las BN1GC presentan una amplia variabilidad que está relacionada con las diferentes gestiones identificadas (Figura 4.151, Tabla S 8.364-Tabla S 8.366).

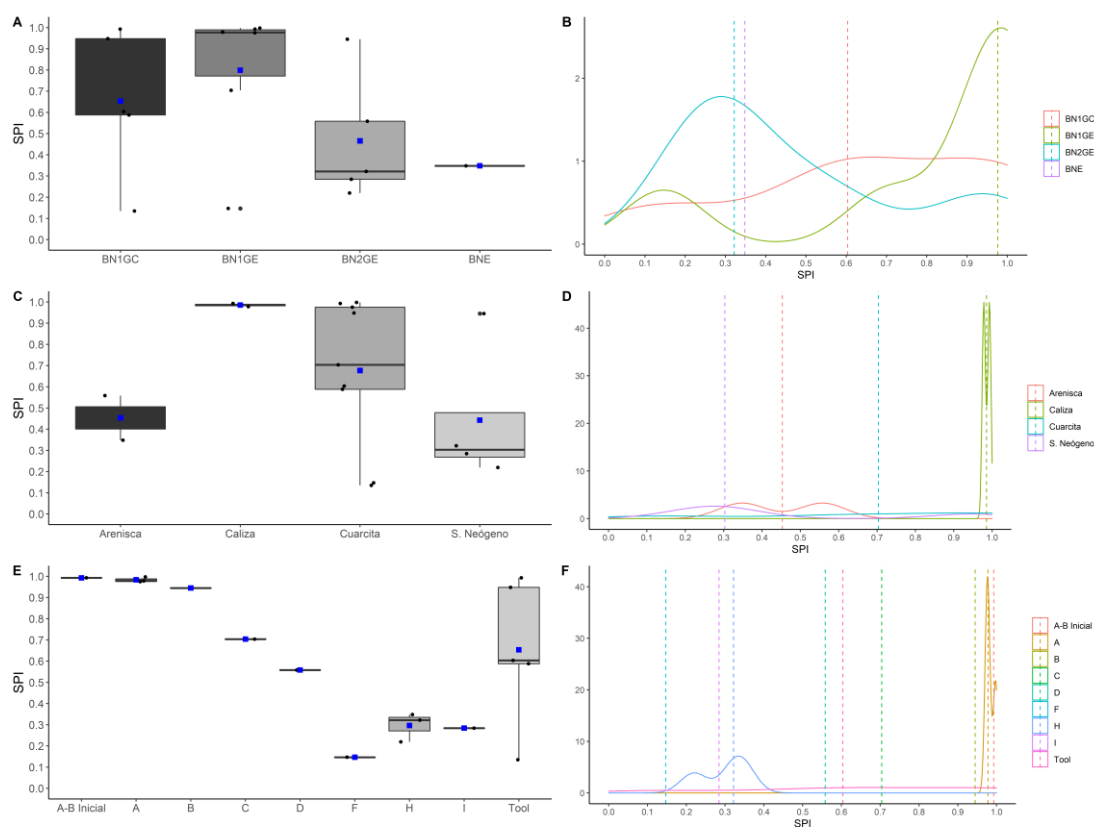


Figura 4.151. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto GIIIb. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.

Al separar los resultados en función de cada litología, se puede observar que la caliza se gestiona exclusivamente siguiendo estrategias unipolares longitudinales, ya que sus valores están muy próximos a 1. En cambio, el resto de las materias primas presentan una marcada variabilidad interna, que se puede explicar por la variabilidad en las estructuras volumétricas de explotación identificadas.

Pese a estas diferencias en la corticalidad remanente de núcleos y configurados, y en los resultados del SPI, los datos del SDI indican que no hay grandes diferencias en el grado de reducción dentro del conjunto, presentando valores muy homogéneos, tanto si comparamos los resultados conforme a las categorías estructurales, como entre las distintas materias primas. En cambio, si atendemos a los resultados en función de las distintas VSE, sí parece haber una cierta tendencia a que las estrategias unipolares longitudinales -ya sean en un estadio de reducción incipiente (VSE A-B inicial), o más avanzado (VSE A y B)-, así como las estrategias bipolares ortogonales (VSE C), presenten valores inferiores al resto de estructuras (Figura 4.152, Tabla S 8.361-Tabla S 8.363).

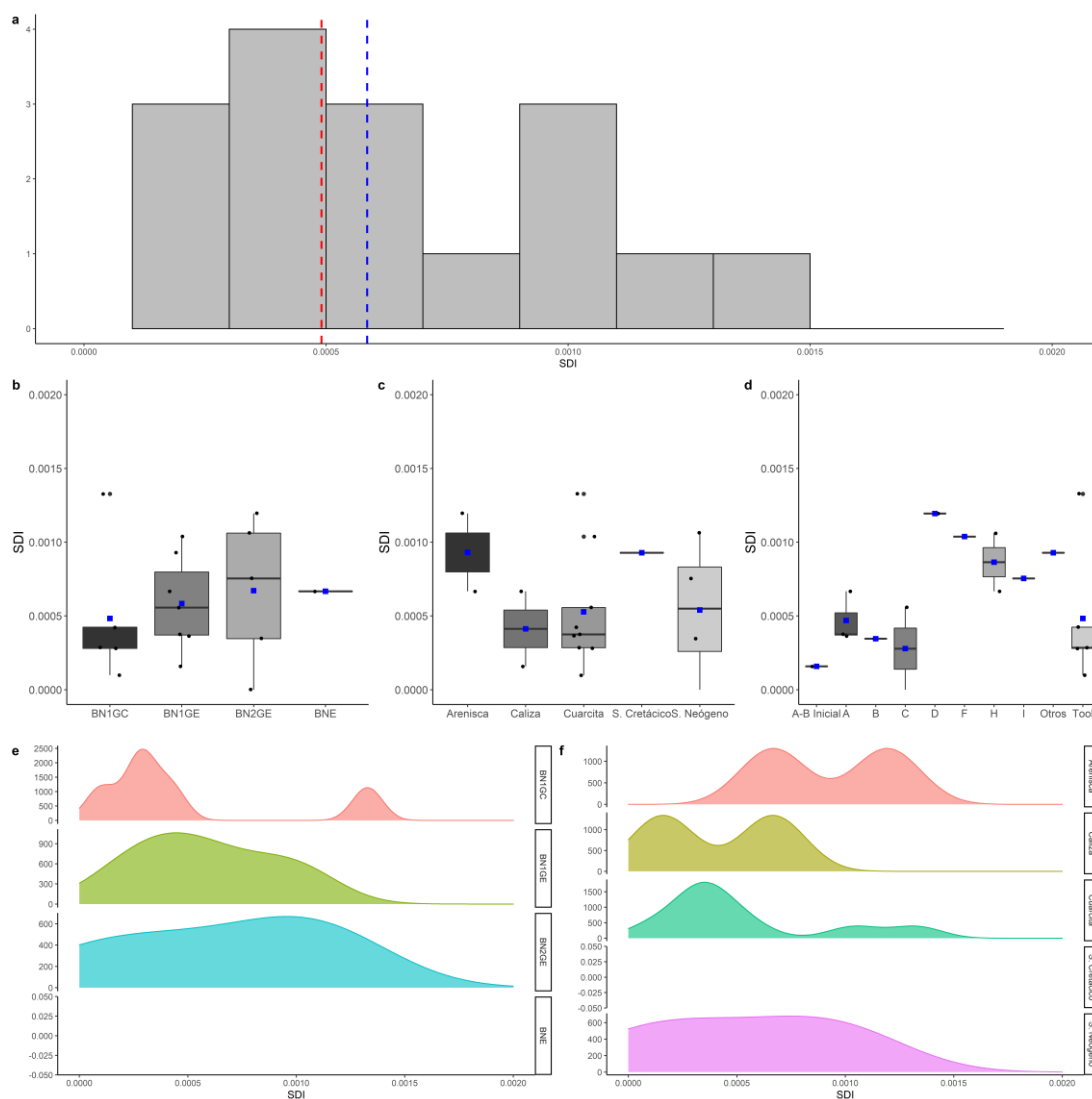


Figura 4.152. Scar Density Index (SDI) del conjunto GIIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

En lo que respecta al volumen original estimado a través del VRM, no existen diferencias entre las distintas categorías estructurales ni materias primas. Resalta el núcleo de sílex cretácico,

cuyas estimaciones son relativamente grandes en comparación con la cuarcita y caliza. No obstante, sólo hay un núcleo realizado en esta materia prima, por lo que esta diferencia puede ser anecdótica (Figura 4.153, Tabla S 8.367-Tabla S 8.369).

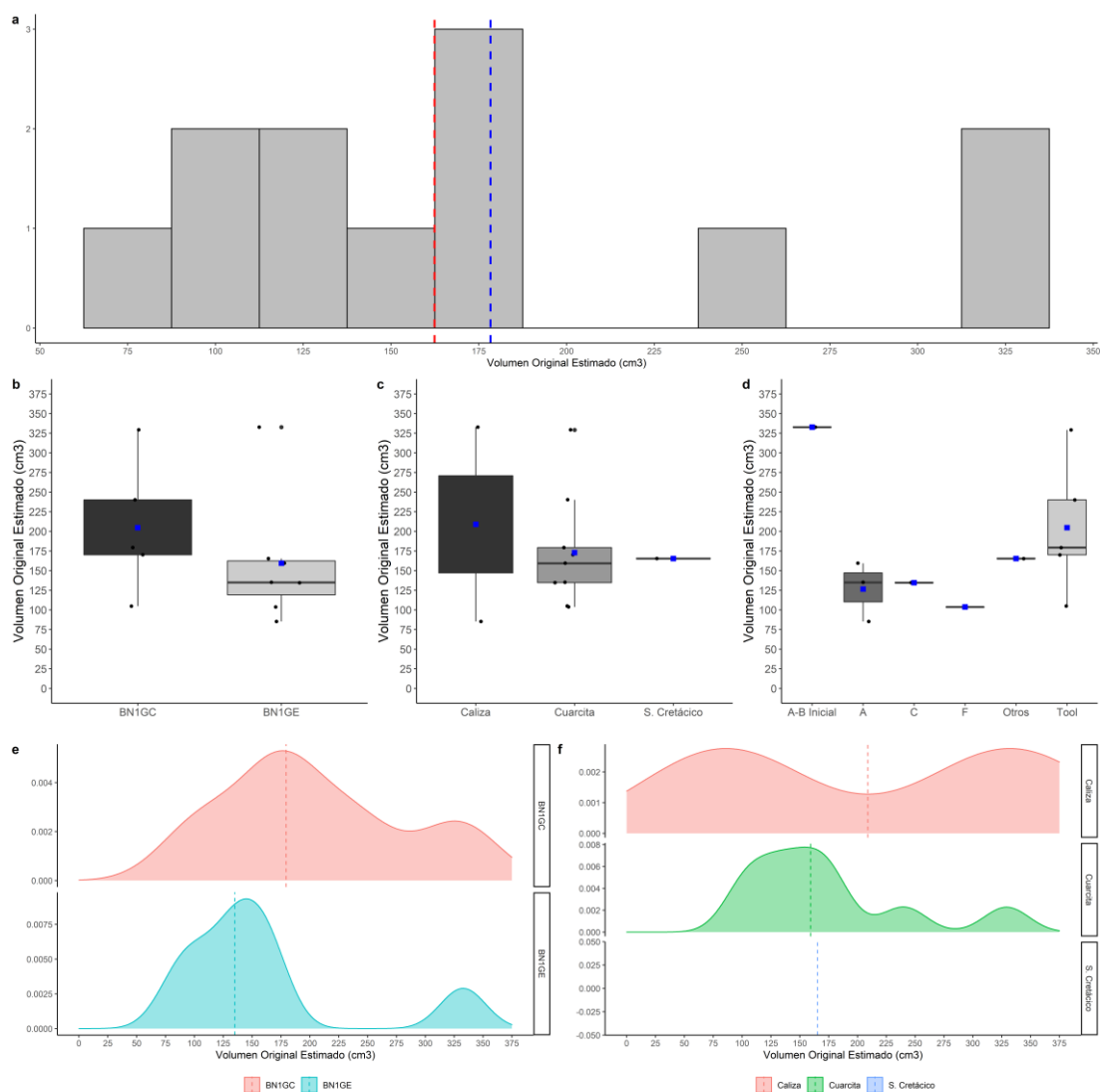


Figura 4.153. Volumen original estimado (cm^3) del conjunto GIIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

Los resultados relativos al porcentaje de volumen extraído indican un bajo grado de reducción general dentro del conjunto, en los que los configurados se reducen de forma más o menos homogénea, mientras que los núcleos sobre canto presentan una mayor variabilidad interna, aunque presentando valores inferiores al 65% de volumen extraído en todos los casos (Figura 4.154, Tabla S 8.370-Tabla S 8.372).

Las altas correlaciones entre el porcentaje de volumen extraído, el SDI y el porcentaje de superficie no cortical indican una concordancia entre los diferentes proxis empleados, que apuntan a un bajo grado de reducción a nivel general. Por otro lado, resulta interesante la alta

correlación negativa identificada entre estos proxis y el SPI. No obstante, dado que los valores de SPI más altos se corresponden a la cuarcita y caliza, mientras los valores más bajos están relacionados con la arenisca y sílex neógeno, esta tendencia puede no estar relacionada con los cambios que se pueden producir a lo largo de cada secuencia de talla, sino con una gestión diferencial de la materia prima, que va acompañada de un grado de reducción diferencial en función del tipo de estrategia de talla aplicada. Como hemos visto, esta tendencia se repite a lo largo de toda la secuencia de Galería. En cambio, ni el volumen original de los soportes ni el volumen final de los mismos parecen tener relación ni con el grado de reducción ni con el tipo de estrategia aplicada, tal y como reflejan las bajas correlaciones entre estas variables (Figura 4.155).

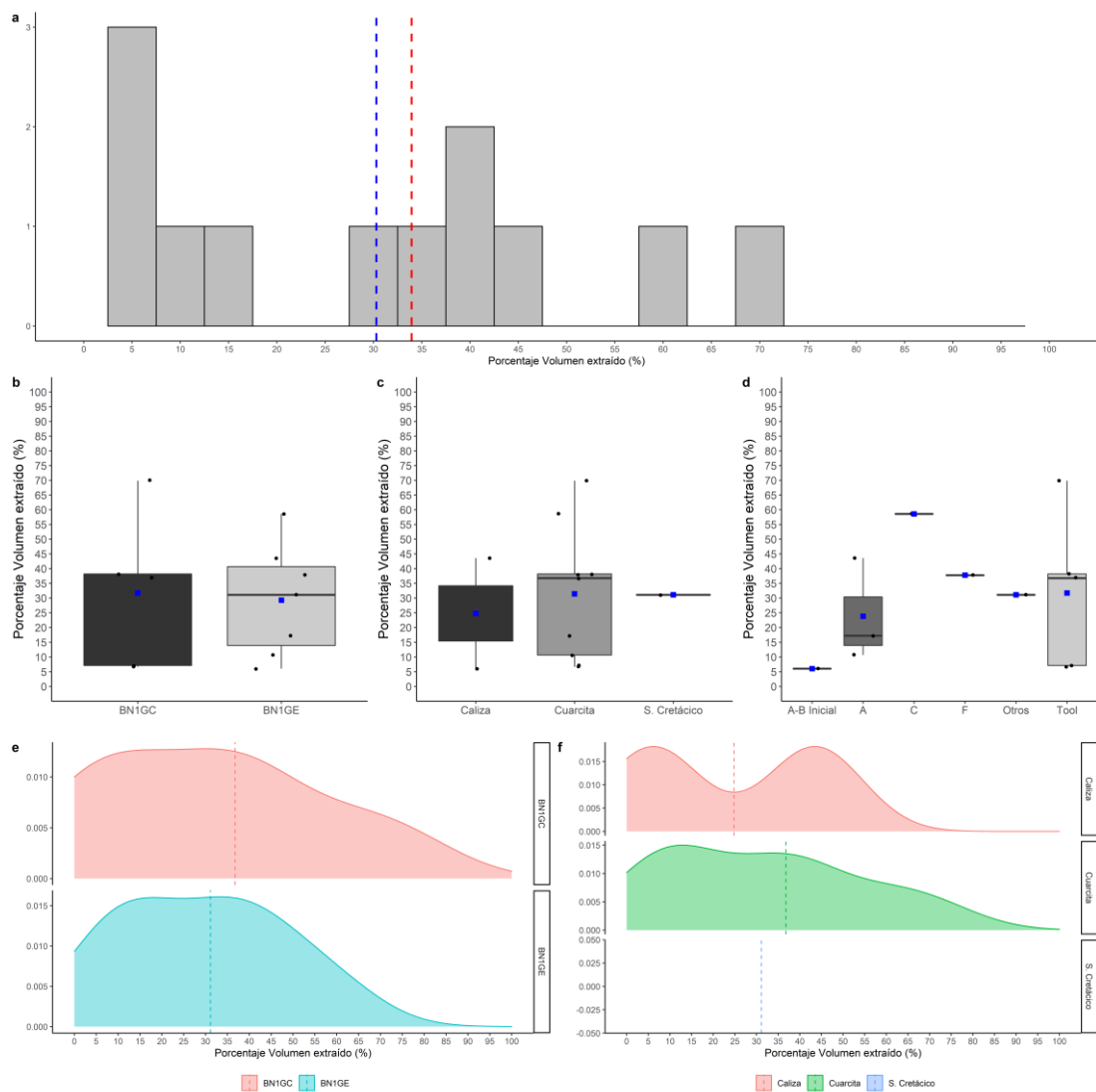


Figura 4.154. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto GIIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.

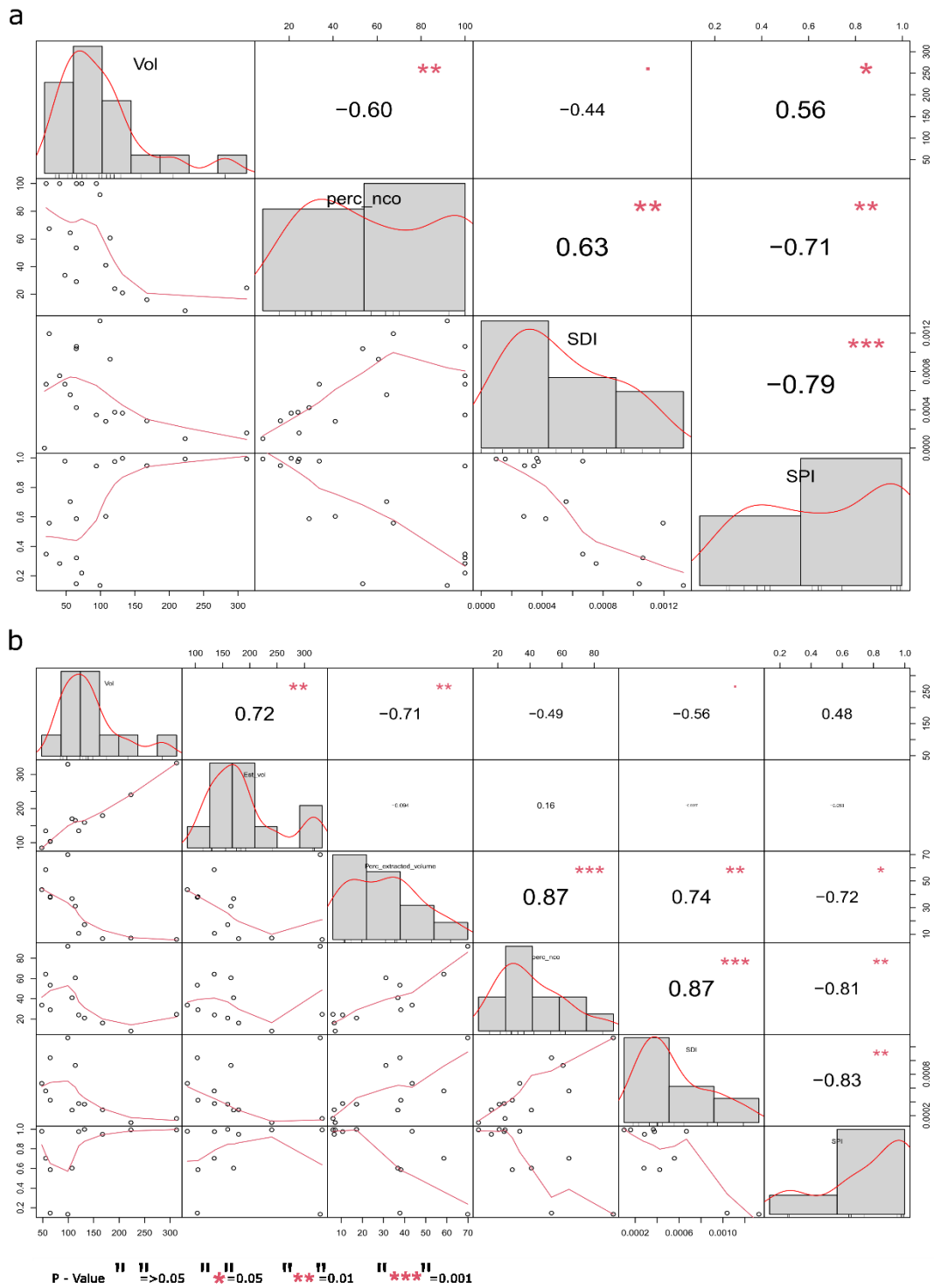


Figura 4.155. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto GIIIb. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.

4.2.4.5 Sumario resultados Galería

A lo largo de la secuencia de Galería se puede observar una estabilidad en los volúmenes remanentes de los núcleos e incluso se puede documentar un progresivo menor agotamiento en términos volumétricos en los núcleos sobre canto y nódulo. Sin embargo, esta tendencia no se ha observado ni en los núcleos sobre lasca ni en los instrumentos sobre canto, aunque con respecto a este último grupo destaca el reducido tamaño que presentan en el conjunto GIIIa (Figura 4.156).

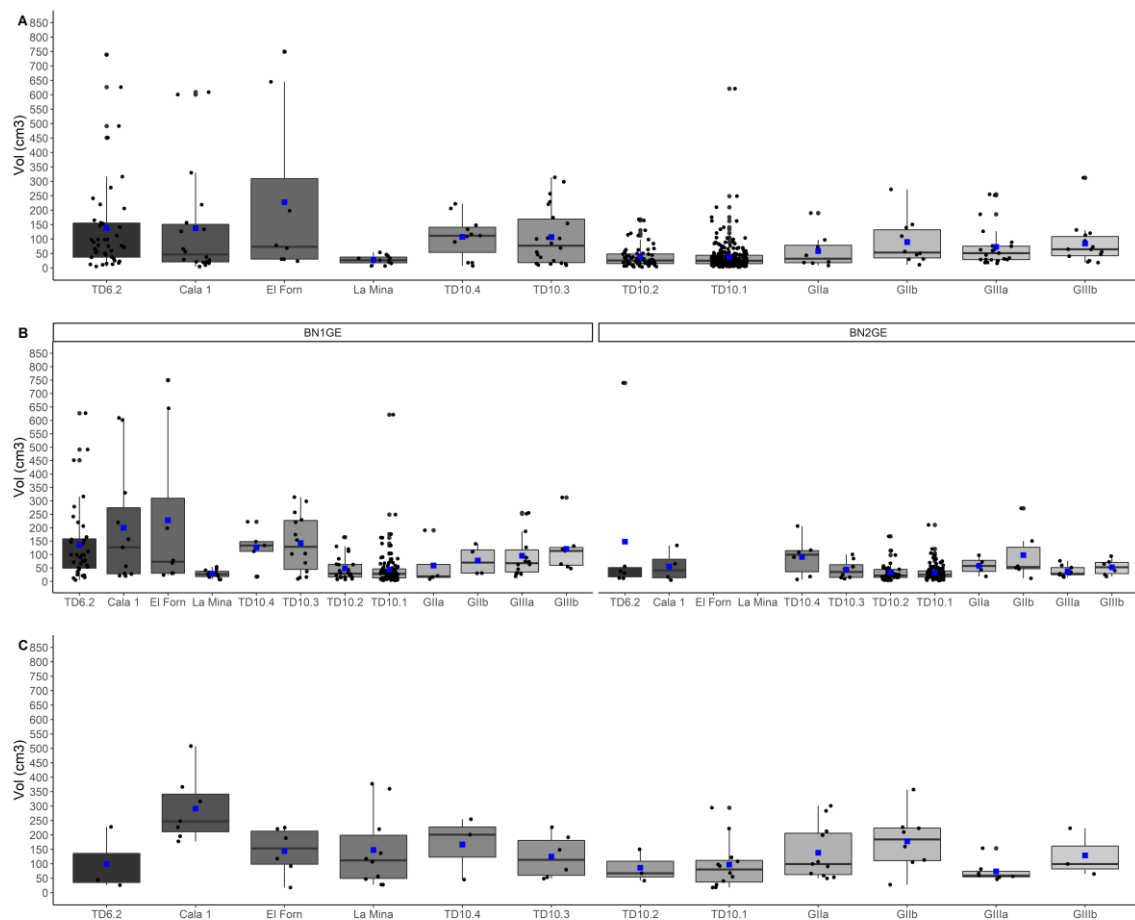


Figura 4.156. Boxplot del volumen remanente (cm³) de A) BNE y BNIGC, B) a la izquierda BNIGE, y a la derecha BN2GE y C) BNIGC de los conjuntos estudiados.

Por otro lado, se puede identificar un uso diferencial de las diferentes litologías en función del objetivo, ya que las BNIGC se realizan exclusivamente en materiales fluviales, mientras que en lo referente a la frecuencia de núcleos por materias primas se puede observar una diversificación en el uso de las distintas litologías del entorno. Si bien esta variabilidad está ligeramente más restringida en GIIa, a partir de GIIb en adelante se emplean un mayor número de litologías. No obstante, en las subunidades GIIa y GIIIa se ha documentado una mayor frecuencia de núcleos realizados en sílex neógeno mientras en las subunidades GIIb y GIIIb se produce un cierto equilibrio entre los núcleos realizados en cuarcita y sílex neógeno.

Sin embargo, esto no implica la ausencia de grandes instrumentos realizados en otros materiales como el sílex neógeno, sino que en estos casos se emplean lascas como soporte. De hecho, estudios previos señalan una tendencia a un mayor uso de soportes lascas para la configuración de grandes instrumentos a lo largo de la secuencia de Galería tanto en esta materia prima como en otras litologías fluviales (García-Medrano, 2011; García-Medrano et al., 2015, 2014). Esta tendencia no ocurre en lo que respecta a los núcleos, ya que los núcleos sobre lasca mantienen proporciones similares a los núcleos sobre canto y nódulos en los distintos conjuntos.

Del mismo modo que sucede en los niveles de TD10, se produce una adecuación entre litologías y tipo de soporte: las lascas son el soporte preferente en los núcleos de sílex neógeno, mientras que en los materiales fluviales y en el sílex cretácico es más abundante el uso de cantos y nódulos como soportes respectivamente.

A nivel tecnológico, las diferentes subunidades de Galería se caracterizan por presentar una elevada variabilidad formal tanto a nivel de los tipos de estructuras volumétricas de explotación identificadas como en la frecuencia de las mismas, especialmente teniendo en cuenta el reducido número de núcleos recuperados en los conjuntos de algunas subunidades.

Sin embargo, de forma similar a lo observado en otros conjuntos de la Trinchera del Ferrocarril, se puede apreciar la aplicación diferencial de estrategias de tallas determinadas según la materia prima y el tipo de soporte. En general, los materiales fluviales se explotan siguiendo estrategias unipolares longitudinales, en muchas ocasiones empleando directamente superficies corticales como plataforma de percusión. Estos núcleos se caracterizan por presentar un bajo grado de reducción y grandes remanencias de superficie cortical, lo que permite observar que hay una selección preferencial de cantos espesos con morfologías semi-tabulares para la aplicación de este tipo de estrategias.

Los núcleos de sílex cretácico se explotan preferentemente de forma bipolar y multipolar ortogonal. En este sentido, se puede observar que este tipo de estructuras volumétricas responden a dos momentos diametralmente opuestos en la secuencia de reducción. De este modo, algunos de los núcleos responden a una estrategia de aprovechamiento más intenso de los soportes, correspondiéndose esta estrategia a un momento final de la secuencia de la reducción. Sin embargo, en la mayoría de los núcleos de este tipo se puede observar que esta explotación se realiza ya desde los momentos iniciales de la secuencia de reducción y posiblemente está vinculada al reducido tamaño de los formatos de partida. Así, el primer grupo se caracteriza por presentar volúmenes muy reducidos, superficies completamente no corticales, un mayor número de levantamientos cuyas extracciones se articulan aprovechando las plataformas de percusión creadas a través de las extracciones previas, mientras que los

segundos también presentan un reducido tamaño, pero considerables proporciones de córtex y un menor número de extracciones, que en muchas ocasiones se articulan de forma aislada en la superficie de los núcleos percutiendo directamente sobre superficies corticales.

Los núcleos de sílex neógeno, en cambio, presentan una mayor variabilidad tanto en lo que respecta a las estructuras volumétricas identificadas como entre las diferentes subunidades. De este modo, sobre esta litología se aplican tanto las estrategias identificadas en los materiales fluviales y en el sílex cretácico, pero son más frecuentes los núcleos bifaciales multipolares centrípetos.

En relación a esta última estrategia se puede observar un cambio diacrónico a lo largo de la secuencia, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo. Desde el punto de vista cuantitativo, las estrategias bifaciales centrípetas se generalizan a partir de GIIb en adelante, alcanzando las proporciones más altas en GIIIa, mientras en la subunidad inferior (GIIa) sólo se ha documentado un núcleo reducido mediante esta estrategia.

Desde el punto de vista cualitativo, el cambio más significativo se produce entre los niveles GIIb y GIIIa, ya que, si bien es cierto que desde la subunidad GIIb esta estrategia se aplica a diferentes materias primas, como sílex neógeno y cuarcita, siempre se realiza sobre soportes lascars. En GIIIa esta estrategia se aplica tanto a cantos y nódulos como lascas, lo que muestra un cierto grado de independencia con respecto a las condiciones morfo-volumétricas impuestas por los soportes de partida.

Además, en la subunidad GIIIa este tipo de estrategias muestran un mayor grado de variabilidad y complejidad técnica que en los niveles inferiores, ya que se han registrado cuatro modalidades diferentes entre las que destaca la presencia de dos núcleos discoides, en los que se puede observar un mantenimiento de las convexidades de las superficies mediante la realización de extracciones alternantes centrípetas y cordales.

Por otro lado, se han identificado núcleos con algunas características Levallois o tipo-Levallois, similares a los documentados en TD10.2 y TD10.1 y con los que comparten la organización volumétrica estructurada a partir de dos superficies opuestas asimétricas, correspondiéndose la cara más plana a la superficie de lascado mientras la cara convexa se corresponde con la superficie de percusión. Además, este tipo de núcleos comparten la ausencia de preparación de la plataforma en la superficie de percusión y la presencia de configuración de las convexidades bilaterales y distales de la superficie de lascado mediante series de extracciones marginales.

En GIIIb las estrategias de talla centripetas pierden peso en comparación con la subunidad GIIIa, aunque sí se han identificado núcleos jerarquizados. Los núcleos recuperados reflejan un gran abanico de estrategias de talla, aunque con muy pocos casos en cada una de ellas.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

4.2.5 Reducción

Los valores medios del porcentaje del volumen extraído de los núcleos en los 12 conjuntos analizados muestran diferentes patrones de reducción. Se pueden observar tres grandes grupos en función de las diferencias en el grado de reducción: 1) el primer grupo está formado por las subunidades TD10.2 y TD10.1, que presentan los valores centrales de reducción más altos, con un rango entre 60-70% de volumen extraído; 2) el segundo grupo está formado por los conjuntos con un menor grado de reducción, como son la Cala 1, TD10.3 y GIIb, cuyas medias oscilan entre 30% y 35% aproximadamente; 3) por último, los demás conjuntos analizados (La Mina, El Forn, TD10.4, GIIa, GIIb y GIIIa) están situados en un rango intermedio, con unos valores centrales que se sitúan entre 40 y 60% (Tabla 4.60).

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV	IQR
TD6.2	26	46.81	43.60	21.56	46.06	29.67
CALA 1	8	34.08	33.21	13.06	38.33	12.38
LA MINA	10	49.21	43.76	18.48	37.56	27.54
EL FORN	8	46.13	47.21	15.95	34.57	20.02
TD10.4	4	45.85	45.04	3.61	7.88	4.33
TD10.3	10	35.74	28.13	21.58	60.38	36.01
TD10.2	14	59.53	61.03	14.77	24.81	20.41
TD10.1	60	63.53	69.43	20.41	32.12	22.77
GIIa	4	50.98	58.44	23.67	46.42	16.56
GIIb	4	39.81	42.69	17.54	44.06	17.78
GIIIa	11	54.25	52.10	22.81	42.04	36.39
GIIIb	7	29.28	31.12	19.02	64.96	26.74

Tabla 4.60. Estadística descriptiva del análisis de la reducción a través del VRM en todos los conjuntos.

Los resultados del test K-W indican que estas diferencias en los valores centrales son estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Un análisis *post-hoc* nos sugiere que existen múltiples diferencias entre los conjuntos (Tabla 4.61), especialmente en lo que concierne a los núcleos de TD10.1 y TD10.2, respecto al resto. Sin embargo, al aplicar la corrección Bonferroni las únicas diferencias estadísticamente significativas que se mantienen son entre TD10.1 y los conjuntos de Cala 1, GIIIb y TD10.3.

M-W	TD6.2	CALA 1	LA MINA	EL FORN	TD10.4	TD10.3	TD10.2	TD10.1	GIIa	GIIb	GIIIa	GIIIb
TD6.2	-	0.08	0.90	0.95	0.92	0.21	0.06	0.0009	0.65	0.61	0.46	0.06
CALA 1		-	0.05	0.13	0.04	0.76	0.001	0.0008	0.28	0.56	0.04	0.61
LA MINA			-	0.89	0.83	0.08	0.15	0.04	0.83	0.63	0.46	0.07
EL FORN				-	0.93	0.23	0.08	0.01	0.56	0.68	0.44	0.12
TD10.4					-	0.30	0.03	0.04	0.34	0.88	0.85	0.16
TD10.3						-	0.01	0.0007	0.37	0.83	0.08	0.47
TD10.2							-	0.16	0.64	0.04	0.64	0.001
TD10.1								-	0.13	0.02	0.22	0.0006
GIIa									-	0.34	0.94	0.16
GIIb										-	0.34	0.52
GIIIa											-	0.03
GIIIb												-

Tabla 4.61. Resultados de probabilidad cruzada para la mediana en la prueba de Kruskal-Wallis (VRM). Los valores en gris más intenso muestran los valores $p < 0.05$.

De hecho, atendiendo tanto a los parámetros estadísticos relativos a la distribución de los valores, como a la SD, la CV y el IQR, así como a los histogramas de las distribuciones (Figura 4.157), se pueden observar grandes variaciones en la distribución de los datos en cada conjunto. Este complejo escenario hace necesario un análisis más detallado de dichas distribuciones.

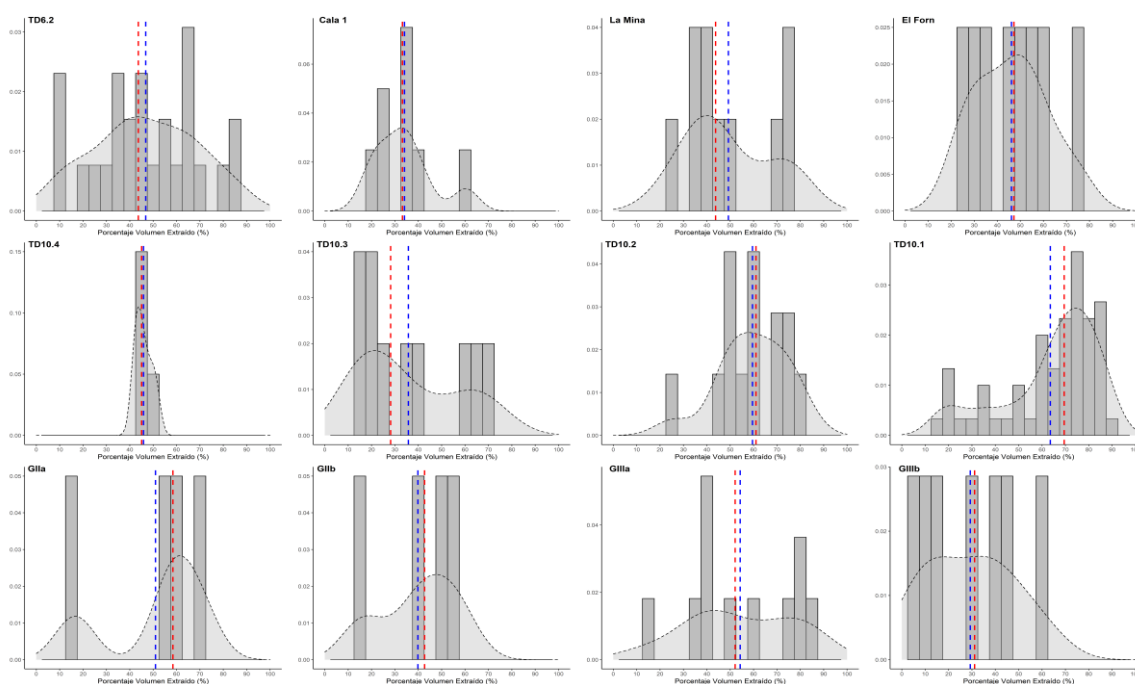


Figura 4.157. Histogramas de la distribución de la reducción para cada conjunto. La línea de puntos negra muestra la función de densidad de probabilidad. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana de cada conjunto, respectivamente.

Los resultados del test K-S son similares a los obtenidos en la comparación de los valores centrales (Tabla 4.62). El conjunto de TD10.1 tiene una distribución estadísticamente diferente a todos los demás conjuntos, a excepción de las subunidades TD10.2, GIIa y GIIb. En base a los resultados del test K-S, estos dos conjuntos presentan una distribución que se localiza en una posición intermedia entre TD10.1 y el resto de conjuntos.

Los resultados obtenidos del análisis de la distribución Weibull muestran la existencia de tres patrones de descarte en los conjuntos, distinguiendo entre aquellos cuyos núcleos presentan un menor grado de reducción y un rápido abandono; otros conjuntos en los que los núcleos se abandonan en estadios de reducción más avanzados; y, por último, aquellos conjuntos situados en una posición intermedia a estos extremos. Esta tendencia se puede observar en el gráfico Kaplan-Meier (Figura 4.158), en el que la intersección entre la línea del eje Y en el punto 0.5 y el eje X muestra el límite de descarte de la mitad de los núcleos de cada conjunto, siendo las subunidades TD10.1, TD10.2 y GIIa las que presentan unos perfiles de descarte más

“longevos”, mientras que TD10.3, GIIB y el nivel II.2 de la Cala 1 se caracterizan por un mayor descarte en momentos iniciales de la secuencia de reducción.

K-S	TD6.2	CALA 1	LA MINA	EL FORN	TD10.4	TD10.3	TD10.2	TD10.1	GIIA	GIIB	GIIA	GIIB
TD6.2	-	0.07	0.95	0.86	0.36	0.21	0.02	0.001	0.51	0.71	0.63	0.35
CALA 1		-	0.12	0.28	0.02	0.72	0.0008	0.0002	0.22	0.51	0.06	0.42
LA MINA			-	0.97	0.40	0.16	0.12	0.03	0.49	0.91	0.69	0.23
EL FORN				-	0.83	0.16	0.19	0.005	0.51	0.99	0.46	0.25
TD10.4					-	0.08	0.05	0.009	0.22	0.77	0.27	0.12
TD10.3						-	0.01	0.009	0.49	0.77	0.10	0.75
TD10.2							-	0.18	0.91	0.14	0.25	0.003
TD10.1								-	0.26	0.01	0.11	0.0007
GIIA									-	0.77	0.74	0.21
GIIB										-	0.49	0.78
GIIA											-	0.13
GIIB												-

Tabla 4.62. Resultados de la probabilidad cruzada para la misma distribución en la prueba de Kolmogorov-Smirnov para distribuciones (VRM). Los valores en gris más intenso muestran los valores $p < 0.05$.

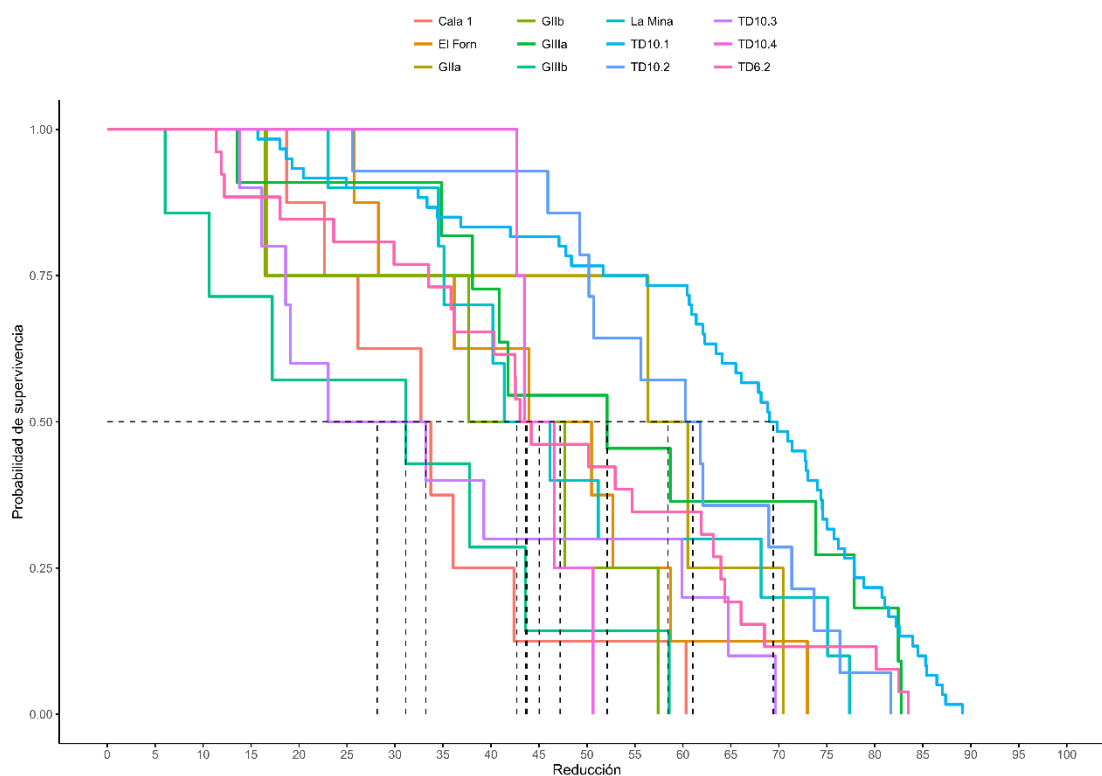


Figura 4.158. Curvas de supervivencia (Kaplan-Meier) de los núcleos por cada conjunto analizado a lo largo del continuo de reducción (VRM).

La distribución Weibull se define en base a dos parámetros, Shape (β) y Scale (η). De este modo, mientras el parámetro β evalúa la ratio de descarte, determinando la forma de la distribución, el parámetro η representa el grado de reducción para el cual la probabilidad de

descarte acumulado es del 63.2%, lo que significa que a mayor valor de η , mayor heterogeneidad de los valores y viceversa. Por lo tanto, los parámetros β y η permiten generar un espacio de reducción continuo que proporciona una mejor interpretación de la significación de estos patrones de reducción (Morales, 2016).

En los conjuntos que presentan valores de $\beta < 2$, la ratio de descarte crece rápidamente en los momentos iniciales y se desacelera a medida que la reducción avanza, lo que genera una tendencia general de baja reducción. Este patrón lo presentan las subunidades GIIb y GIIIb, TD10.3 y el nivel II.2 de Cala 1. En los conjuntos cuyos valores de $\beta > 2$, la ratio de descarte aumenta lentamente en los momentos iniciales de la reducción y se acelera a medida que la reducción avanza. En este grupo se incluyen TD6.2, La Mina, El Forn, TD10.4, GIIa y GIIIa (Tabla 4.63;Figura 4.159).

NIVEL	SHAPE	SCALE
TD6.2	2.38	52.78
CALA 1	1.9	47.05
LA MINA	2.61	60.81
EL FORN	2.52	58.9
TD10.4	2.69	63.87
TD10.3	1.65	46.85
TD10.2	3.97	68.56
TD10.1	3.79	70.98
GIIA	2.43	68.35
GIIB	1.99	58.7
GIIIA	2.59	65.39
GIIB	1.38	45.01

Tabla 4.63. Valores de shape (β) y scale (η) obtenidos en la distribución Weibull (VRM) para cada conjunto.

En el caso de que $\beta > 3.44$, la ratio de descarte asume la distribución normal, lo que indica un aumento geométrico en la probabilidad de descarte a lo largo del tiempo. A partir de 3.44, cuanto más alto sea el valor, la curtosis de la curva aumenta, lo que sugiere una distribución más homogénea de los valores. Este el caso de las subunidades TD10.1 y TD10.2.

Es preciso tener en cuenta que estas curvas no incluyen ni el sílex neógeno ni los núcleos sobre lasca, debido a los requerimientos específicos del VRM, por lo que muestran una distribución de una parte de cada conjunto, pero no de su totalidad. Para confirmar los resultados obtenidos a través del VRM, hemos contrastado estos resultados con los obtenidos a partir del SDI. Para facilitar la lectura de los datos hemos multiplicado por 10.000 los valores obtenidos a través del SDI.

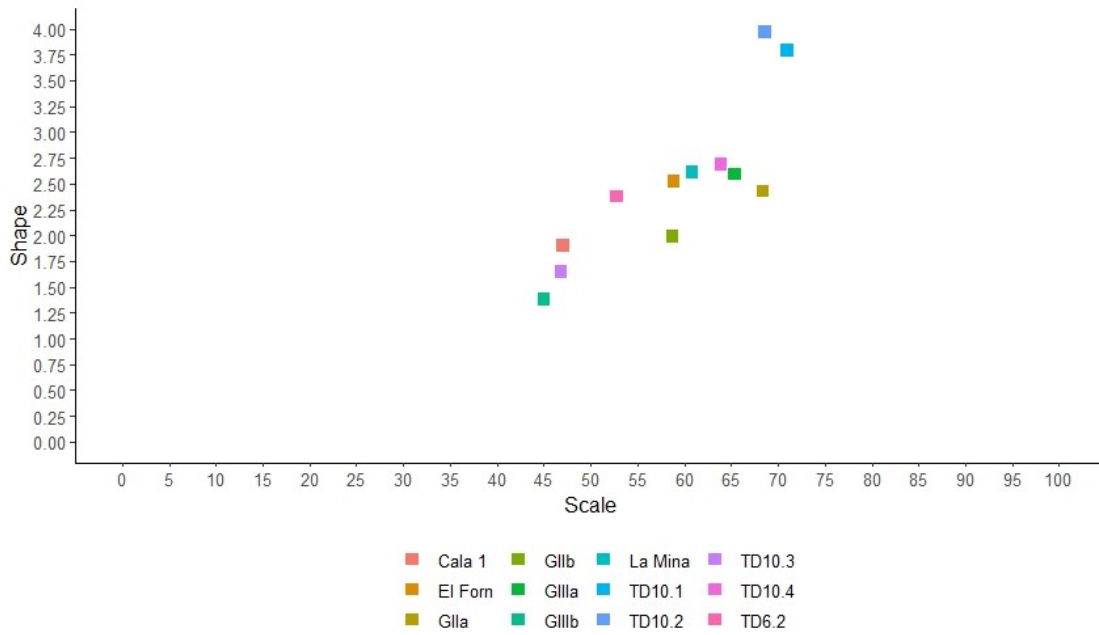


Figura 4.159. Distribución de los conjuntos analizados según las similitudes en el parámetro de shape (β) y scale (η) en el espacio de reducción continua (VRM).

Un primer análisis exploratorio de los valores centrales señala nuevamente la existencia de tres grupos. El primero, conformado por los niveles de SDI más bajos, que rondan entre el 5.4 y el 7, y que incluyen las subunidades de TD10.4, GIIb y las localidades de Cala 1 y El Forn. El segundo grupo presenta un rango entre 8.8 y 11.1, e incluye a GIIa, GIIb, GIIa, TD10.3 y TD6.2. Por último, las subunidades TD10.1, TD10.2 y la localidad de La Mina, que presentan un rango de 15.2 hasta 19.4 (Tabla 4.64). No obstante, las discrepancias entre la media y la mediana que se producen en algunos conjuntos indican la presencia de *outliers* relacionados con la existencia de valores muy elevados.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV	IQR
TD6.2	44	8.8	5	12.6	143.52	6.9
CALA 1	14	6.1	3.5	05.6	91.15	9.2
LA MINA	11	15.2	11.9	14.9	98.42	8.4
EL FORN	8	6.5	5.2	5.3	81.40	7
TD10.4	10	5.4	5.3	3.4	64.34	3.1
TD10.3	20	10.5	7.9	9.2	88.08	15.1
TD10.2	62	15.2	11.8	12.9	84.80	12.8
TD10.1	203	19.4	17.3	14	72.01	16.3
GIIA	8	9.6	9.8	4.6	47.58	5.8
GIIb	10	10.1	7.6	8.3	82.68	7
GIIa	20	11.1	8.9	7.1	64.54	13.1
GIIb	11	7	6.7	3.3	47.07	5.2

Tabla 4.64. Estadística descriptiva del análisis de la reducción a través del SDI.

Los resultados del test M-W muestran un escenario en el que los niveles TD10.1, TD10.2, GIIIA y Cala 1 presentan valores centrales diferentes al resto de conjuntos, pero también entre sí, mientras el resto de los grupos presentan una relativa homogeneidad en las medianas (Tabla 4.65).

M-W	TD6.2	CALA 1	LA MINA	EL FORN	TD10.4	TD10.3	TD10.2	TD10.1	GIIA	GIIB	GIIIA	GIIB
TD6.2	-	0.54	0.05	0.85	0.63	0.22	<0.0001	<0.0001	0.09	0.31	0.04	0.52
CALA 1		-	0.04	0.76	0.84	0.12	0.0007	<0.0001	0.11	0.17	0.04	0.39
LA MINA			-	0.15	0.09	0.29	0.55	0.09	0.71	0.60	0.85	0.13
EL FORN				-	0.82	0.35	0.01	0.001	0.19	0.40	0.11	0.61
TD10.4					-	0.32	0.0007	<0.0001	0.06	0.12	0.02	0.19
TD10.3						-	0.06	0.001	0.74	0.71	0.62	0.52
TD10.2							-	0.01	0.19	0.12	0.18	0.003
TD10.1								-	0.01	0.01	0.003	<0.0001
GIIA									-	0.69	0.82	0.23
GIIB										-	0.55	0.48
GIIIA											-	0.13
GIIB												-

Tabla 4.65. Resultados de probabilidad cruzada para la mediana en la prueba de Kruskal-Wallis (SDI). Los valores en gris más intenso muestran los valores $p < 0.05$.

En la Figura 4.160 se puede observar que la distribución de los valores en casi todos los conjuntos se caracteriza por presentar una marcada asimetría hacia la izquierda, lo que indica una mayor acumulación de valores bajos y una menor frecuencia de valores altos. Pese a esto, los conjuntos muestran coeficientes de variación muy diferentes, lo que indica distribuciones con un alto grado de variabilidad, que se reflejan en los resultados obtenidos a través del test K-S (Tabla 4.66), y que son debidos en parte a la presencia de los *outliers* anteriormente mencionados.

K-S	TD6.2	CALA 1	LA MINA	EL FORN	TD10.4	TD10.3	TD10.2	TD10.1	GIIA	GIIB	GIIIA	GIIB
TD6.2		0.67	0.06	0.98	0.26	0.21	<0.0001	<0.0001	0.16	0.51	0.11	0.44
CALA 1			0.08	0.83	0.46	0.37	0.01	0.0006	0.11	0.36	0.10	0.21
LA MINA				0.29	0.16	0.24	0.38	0.11	0.68	0.81	0.84	0.17
EL FORN					0.39	0.60	0.08	0.008	0.28	0.72	0.26	0.37
TD10.4						0.22	0.0001	<0.0001	0.12	0.05	0.02	0.15
TD10.3							0.03	0.005	0.26	0.78	0.33	0.26
TD10.2								0.06	0.22	0.06	0.34	0.01
TD10.1									0.01	0.006	0.03	<0.0001
GIIA										0.60	0.60	0.50
GIIB											0.36	0.51
GIIIA												0.18
GIIB												

Tabla 4.66. Resultados de la probabilidad cruzada para la misma distribución en la prueba de Kolmogorov-Smirnov para distribuciones (VRM). Los valores en gris más intenso muestran los valores $p < 0.05$.

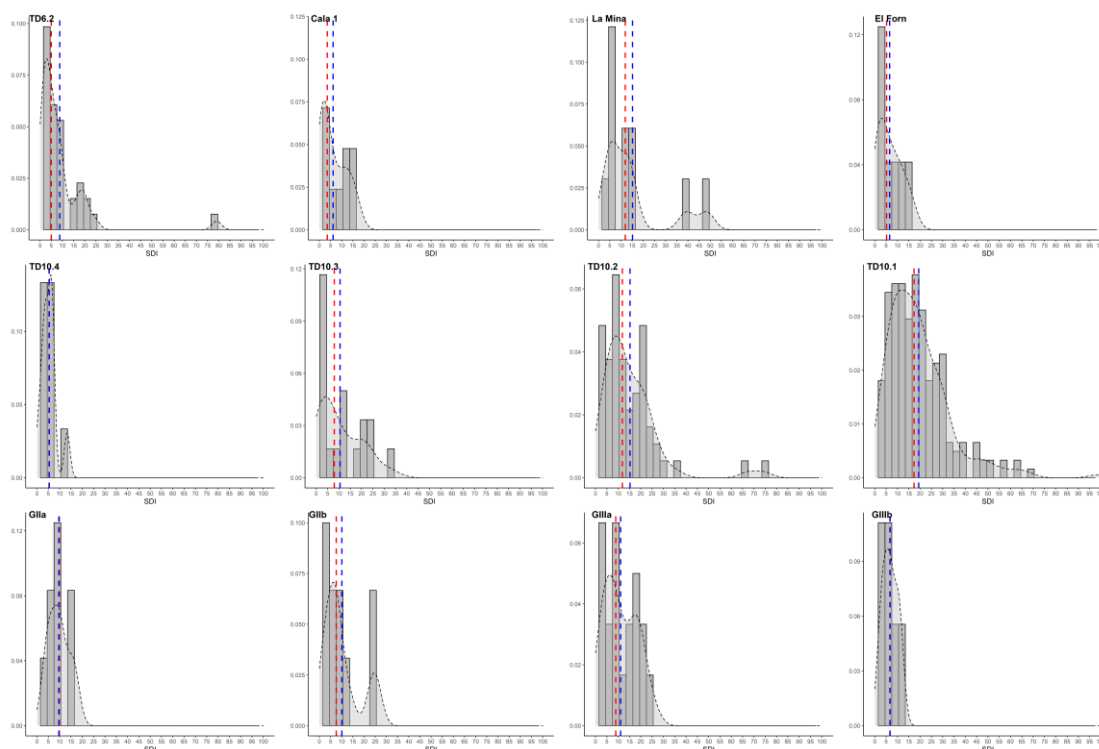


Figura 4.160. Histogramas de la distribución de la reducción para cada conjunto. La línea de puntos negra muestra la función de densidad de probabilidad. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana de cada conjunto, respectivamente.

Los resultados del análisis de la distribución Weibull muestran cómo TD10.1 presenta el perfil de descarte en un momento de reducción más avanzado, mientras que los demás conjuntos muestran bastante variabilidad, tanto en los perfiles de probabilidad de descarte, como en el momento en el que el 50% del conjunto se ha descartado. Los valores de β y η para el SDI sugieren la existencia de dos grupos: el primero ($\beta > 1$) está formado por las subunidades TD10.1 y TD10.2, donde la ratio de descarte es elevada en los momentos iniciales y desciende con el avance de la reducción. El segundo grupo ($\beta < 1$) está formado por el resto de los conjuntos analizados y se caracterizaría por un grado muy bajo de reducción. No obstante, las diferencias encontradas en el valor η indican heterogeneidad en las distribuciones de los distintos conjuntos (Tabla 4.67, Figura 4.161, Figura 4.162).

NIVEL	SHAPE	SCALE
TD6.2	0.92	8.38
CALA 1	0.71	9.28
EL FORN	0.7	12.59
LA MINA	0.94	21.49
TD10.1	1.42	21.85
TD10.2	1.2	17.8
TD10.3	0.83	13.57
TD10.4	0.73	10.6
GIIB	0.84	13.04
GIIA	0.99	15.29
GIIB	0.85	16.45
GIIA	0.91	18.64

Tabla 4.67. Valores de shape (β) y scale (η) obtenidos en la distribución Weibull (SDI) para cada conjunto.

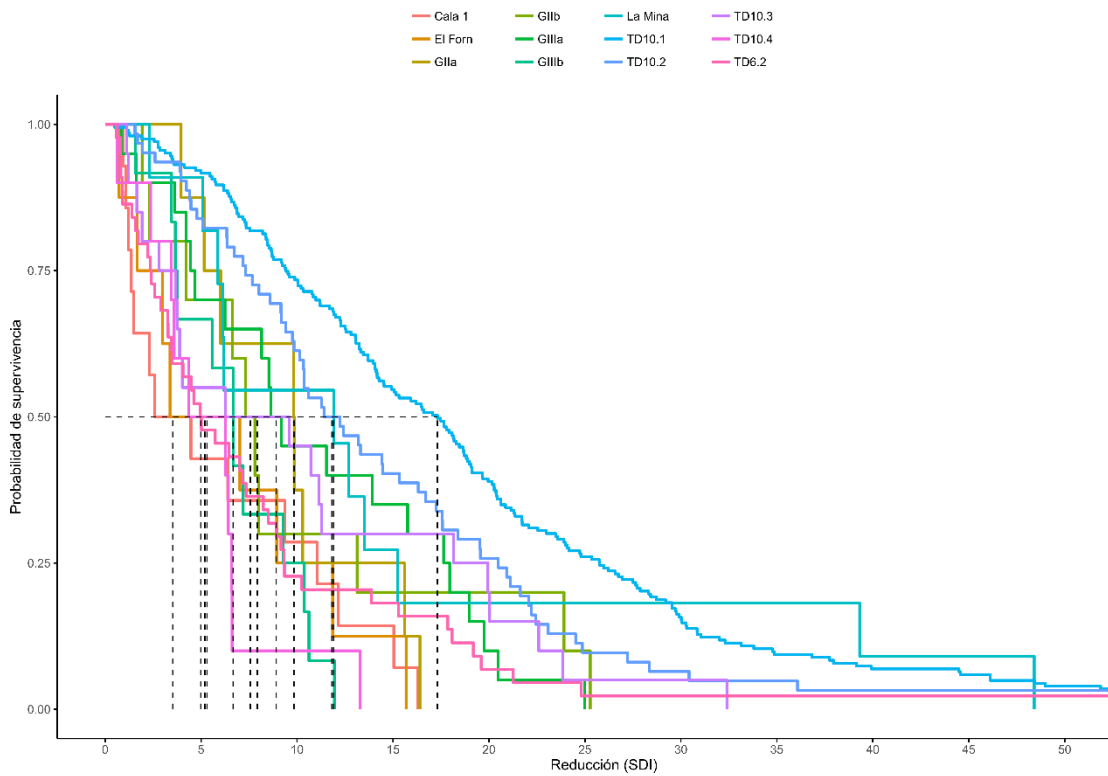


Figura 4.161. Curvas de supervivencia (Kaplan-Meier) de los núcleos por cada conjunto analizado a lo largo del continuo de reducción (SDI).

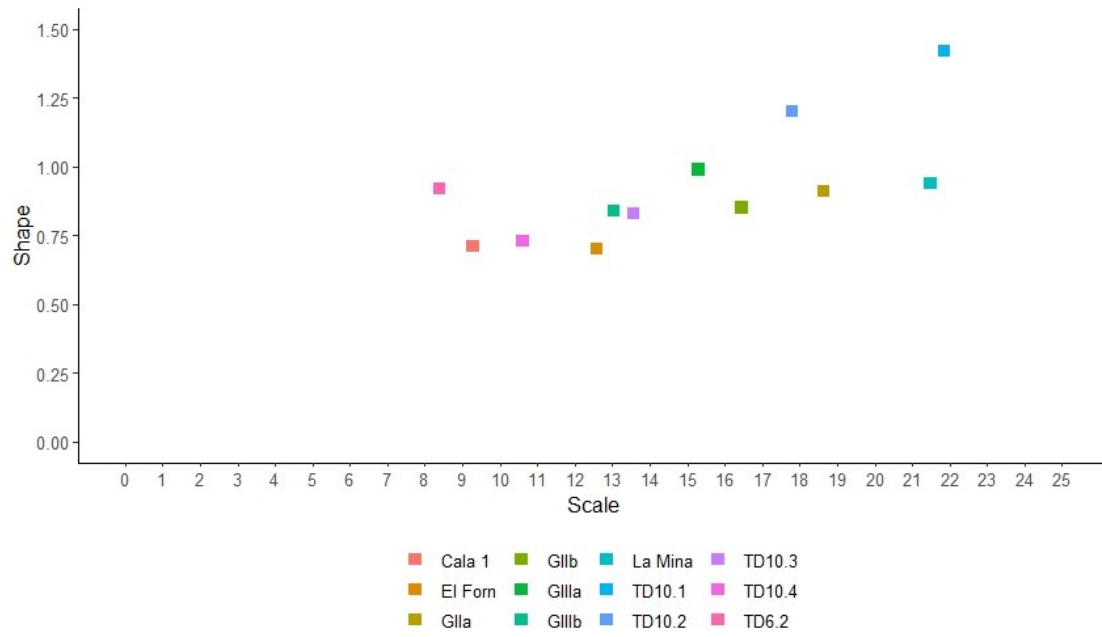


Figura 4.162. Distribución de los conjuntos analizados según las similitudes en el parámetro de shape (β) y scale (η) en el espacio de reducción continua. (SDI).

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

5. DISCUSIÓN

La aproximación a la variabilidad tecnológica en la gestión de núcleos mediante la combinación del análisis técnico junto al estudio de la reducción ha permitido identificar una serie de patrones comportamentales, desde la selección de los soportes al momento de descarte.

En este capítulo se irán discutiendo los resultados obtenidos, la interpretación de los campos operativos, así como las inferencias comportamentales deducidas en base a estos aspectos desde un punto cronológico, empezando por los conjuntos del Pleistoceno inferior (TD6.2 y El Barranc de La Boella) y continuando con los conjuntos del Pleistoceno medio (las distintas subunidades de Gran Dolina TD10 y del Complejo Galería). Este discurso se plantea siguiendo un orden cronológico para facilitar el discurso, sin embargo, no pretende dar un sentido de “progreso lineal”.

5.1 Tecnología

5.1.1 TD6.2 y el Modo 1 en el Pleistoceno inferior europeo

Los datos derivados del análisis del conjunto lítico disponible en TD6.2 indican que no existe una selección diferencial ni de los formatos ni de las morfologías de partida, durante la fase de captación de materias primas. Esto se hace patente de forma clara cuando se profundiza tanto en el análisis de los soportes seleccionados como en su gestión.

Destaca el uso de una gran variedad de litologías diferentes para la talla, donde se puede describir un doble patrón. Por un lado, en las materias primas de mejor calidad se observa un intento de seleccionar aquellos soportes más aptos (más homogéneos, propiedades más aptas para la talla...). Por el otro, en aquellas materias primas de menor aptitud para la talla, el grado de selección, tanto a nivel de formato como de calidad relativa, es prácticamente inexistente (Ollé et al., 2013; Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2014).

Este aparente desinterés en el formato inicial de los soportes se refleja también en el bajo grado de estandarización morfológica que muestran los núcleos, caracterizados por una ausencia de mantenimiento de sus características morfo-volumétricas durante el proceso de talla. Este desinterés podría acarrear que las características de partida de las materias primas determinen en gran medida las estrategias de talla aplicadas.

El campo operativo inferido no se manifiesta a través de esquemas lineales e independientes en las secuencias de reducción. Por el contrario, se caracteriza por presentar un aspecto continuo y ramificado, en el cual las diferentes “estrategias de talla” se van sucediendo e interrelacionando a lo largo de una misma secuencia, en función de dos gestos técnicos y su combinación: giro y rotación. De esta manera, las secuencias de reducción empiezan con una serie unipolar longitudinal, y, a partir de ese momento, se abren cinco posibilidades: 1) descarte del núcleo, 2) continuación de la serie, 3) cambio de plataforma de percusión, 4) cambio de superficie de lascado, o 5) cambio de plataforma de percusión y de superficie de lascado. A partir de estos gestos técnicos se pueden realizar un número infinito de variantes y combinaciones, pero todas ellas pertenecen al mismo esquema operativo (Arzarello, 2003); de ahí el carácter ramificado del mismo (Figura 5.1).

Los cambios en las estrategias de talla están más relacionados con las propias circunstancias de la explotación y con las características de la materia prima que con la intensidad de la reducción. De esto se deduce que no existe un esquema predeterminado durante la secuencia de reducción, pasando de un punto A a un punto B, a un punto C, y así sucesivamente. Al contrario, el paso de una estrategia a otra está más relacionado con las características de las materias primas y con la situación particular de cada contexto de talla, como pérdidas de ángulos adecuados y/o errores de talla, derivados de las variaciones morfo-volumétricas producidas durante la explotación. De esta forma, se produce un cierto grado de equifinalidad en los núcleos, de manera que pueden llegar a presentar las mismas características técnicas en el momento en que se descartan, pese a haber seguido secuencias de reducción diferentes.

Esta adaptación a las materias primas puede producir a su vez el fenómeno contrario, un mismo proceso puede dar lugar a un resultado distinto, en función de las características de la materia prima. Este es el caso de las estrategias *a priori* más complejas, como los núcleos centrípetos. Estos núcleos se reducen mediante la realización de extracciones adyacentes sobre soportes de pequeño formato cuya relación angular entre la superficie de lascado y la superficie de percusión acaban derivando en disposiciones de los levantamientos de tipo centrípetas (Mosquera et al., 2018), mientras que cuando se aplica en soportes más tabulares, la explotación da lugar a núcleos unipolares longitudinales con desarrollo perimetral de tipo semienvolvente o *semi-tournant*.

Este comportamiento expeditivo u oportunista (Carpentieri and Arzarello, 2021) se manifiesta no sólo en la ausencia de estandarización en los procesos de reducción, sino también en la escasa preparación de las plataformas de los núcleos -tanto desde un punto de vista cuantitativo, como cualitativo-, ya que se reduce exclusivamente a la creación de plataformas óptimas mediante muy pocas extracciones.

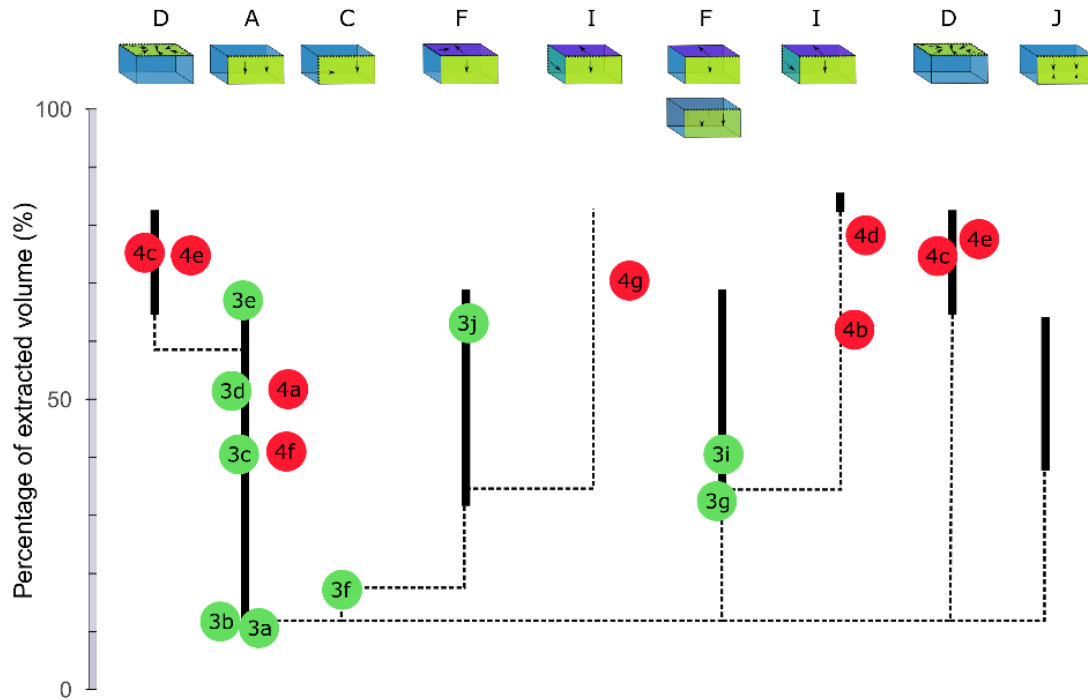


Figura 5.1. Campo operativo inferido para la subunidad TD6.2. Las líneas negras indican el rango de porcentaje de volumen extraído para cada VSE. Las líneas de puntos indican cambios entre VSE. Los puntos verdes indican el porcentaje estimado de volumen extraído para los núcleos de la Figura 3. Los puntos rojos corresponden a los núcleos de la Figura 4, sin aplicación del VRM.

Este comportamiento tecnológico, por tanto, en lugar de estar reflejando estrategias independientes y planificadas, estaría más relacionado con la resolución de problemas inmediatos. La variabilidad en las estrategias de talla no supone la existencia de diferentes métodos de talla en sentido estricto, según los cuales se siguen una serie de pasos para llegar a unos objetivos más o menos predeterminados, sino que son la manifestación de un abanico de soluciones técnicas relacionadas con el momento específico de cada contexto de talla. A través de esta flexibilidad y adaptabilidad se explotan una gran variedad de materias primas y de morfologías iniciales, así como se solventan a menudo las limitaciones impuestas por éstas. Este es el caso, por ejemplo, del uso de la técnica bipolar sobre yunque en pequeños cantos de cuarzo de baja calidad o la aplicación de estrategias multipolares multifaciales en aquellos núcleos de grandes dimensiones y con morfología irregular de tendencia cúbica.

A nivel de conjunto, los productos resultantes de estos esquemas de talla muestran una notoria heterogeneidad morfológica, tanto en las lascas simples como en las lascas retocadas. Ambos grupos presentan similitudes tanto a nivel métrico como técnico, por lo que no permiten la identificación de un proceso de selección diferencial dimensional o técnico en los productos para su modificación posterior. De igual modo, el predominio de talones corticales o

unifacetados confirma la escasez de preparación de plataformas en las dinámicas de explotación (Mosquera et al., 2018).

Tanto las dinámicas de explotación que reflejan los núcleos, como las características tipométricas de los productos parecen indicar que el objetivo de la talla no es la obtención de soportes con características morfológicas o dimensionales específicas. De igual modo, el bajo grado de reducción estimado en los núcleos, junto con el bajo nivel de agotamiento volumétrico que presentan éstos una vez son descartados, podría indicar que tampoco hay una búsqueda de la obtención de un mayor número de lascas por núcleo; al menos, para la gran mayoría de variedades litológicas, con las excepciones del cuarzo y del sílex cretácico.

Sin embargo, esta ausencia de lascas *a priori* predeterminadas no implica necesariamente la inexistencia de comportamientos más complejos relacionados con la planificación y/u organización anticipatoria (Kuhn, 1992). Por un lado, porque algunas estrategias de talla permiten la obtención de productos que, aunque no se consideren predeterminados, sí presentan algunas características morfo-técnicas específicas, como las lascas desbordantes laterales que presentan un filo lateral opuesto a un dorso cortical abrupto, resultado de la aplicación de estrategias unipolares longitudinales sobre cantos de cuarcita o arenisca. Por otro lado, para poder valorar el grado de anticipación en la selección de herramientas a retocar es preciso considerar la funcionalidad de estos productos. Los estudios traceológicos realizados hasta la fecha apuntan a un uso de estos productos para el procesamiento de carne, hueso y trabajo de la madera sin la selección de filos específicos para el desarrollo de cada acción (Carbonell et al., 1999a). Esto se ha interpretado de dos maneras complementarias: o bien como una falta de especialización y concepción unitaria en relación con el uso de los artefactos, o bien porque la versatilidad del potencial natural que presentan estos productos fuera suficiente para la realización de cualquier actividad (Carbonell et al., 1999a). Si bien el desarrollo de futuros estudios traceológicos podrán arrojar algo más de luz sobre este aspecto, el carácter versátil de estas herramientas es evidente, puesto que estos homínidos pudieron desarrollar estas actividades de manera efectiva, lo que puede implicar que, en este escenario, no sea adecuado valorar la existencia o ausencia de una conducta anticipatoria a través de la selección de productos.

Sin embargo, para poder adaptarse exitosamente a las características de las materias primas es necesario conocer, ya sea explícita o implícitamente, las limitaciones que presentan y las posibilidades que ofrecen. A su vez, la reducción diferencial observada entre las distintas litologías indica un mayor grado de reducción y de agotamiento volumétrico de los núcleos de sílex cretácico y cuarzo. En el caso del cuarzo, este mayor aprovechamiento puede ser producto del uso de la talla bipolar sobre yunque, y no estar reflejando una reducción

diferencial real. Por el contrario, en el caso del sílex cretácico no sólo se observa una mayor reducción y una selección más detallada en términos de calidad que en otras materias primas, sino que la frecuencia de retocados sobre esta litología es mayor, posiblemente debido a que ésta permite obtener un mayor número lascas con filos cortantes regulares y duraderos (Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2014).

Esto indicaría un conocimiento de las calidades de la materia prima, pero también una conducta anticipatoria en la medida en que los materiales son seleccionados y explotados en función de su uso previsto. Por ello, podemos confirmar que estos homínidos, pese a no aplicar una gran variedad de técnicas de talla ni llevar a cabo esquemas claramente predeterminados, no eran “simples recolectores de piedra oportunistas” (Harmand, 2009).

En el resto del continente europeo, el Modo 1 se ha identificado en un bajo número de yacimientos del Pleistoceno inferior. En algunas localidades estas ocupaciones tendrían un marcado carácter esporádico, reflejado en la poca entidad de los conjuntos líticos desde un punto de vista cuantitativo, como es el caso de Bois-de-Riquet-US2 (Francia, 1.3-1.1 Ma) (Bourguignon et al., 2016b), Le Vallonnet (Francia, 1.2-1.1 Ma) (Cauche, 2009; Michel et al., 2017), Atapuerca-TE9 (España, 1.22Ma) (de Lombera-Hermida et al., 2015) y Atapuerca-TD3-4 (España, ~1Ma) (Ollé et al., 2013), Pakefield (Gran Bretaña, ~700ka) (Parfitt et al., 2005) y Happisburgh 3 (Gran Bretaña, 990-700ka) (Parfitt et al., 2010). Esta escasez imposibilita la identificación de patrones conductuales de largo alcance.

Los demás conjuntos muestran una continuidad en la adaptación de las estrategias de talla a las constricciones de la materia prima, en la cual las diferencias observadas pueden estar vinculadas a las particularidades de cada yacimiento, el tipo de materias primas disponible, etc. En Dmanisi (Georgia), cuyas dataciones indican una edad de 1.8 Ma (Lordkipanidze et al., 2007), las materias primas se explotan con una intensidad diferente en función de su calidad, identificándose dos grupos: un primer grupo que muestra principalmente estrategias unipolares independientemente de la calidad, siendo la morfología de los soportes el aspecto más importante, y un segundo grupo, cuyos núcleos muestran series multipolares más complejas, con una mayor dependencia de la calidad (Baena et al., 2010; Mgeladze et al., 2010).

En Pirro Nord (Italia), con una cronología estimada por biocronología de 1.6-1.3 Ma (Cheheb et al., 2019; López-García et al., 2015), y en Ca' Belvedere di Monte Poggiolo (Italia), cuyo rango cronológico se ha estimado en 850ka (Muttoni et al., 2011), los métodos de talla están estrictamente relacionados con las dimensiones de la materia prima. Los soportes de pequeño tamaño se reducen siguiendo estrategias centrípetas, mientras que las estrategias

unidireccionales y multidireccionales se aplican a los soportes más grandes (Arzarello and Peretto, 2010; Carpentieri and Arzarello, 2021).

En Barranco León y Fuente Nueva 3 (España), con una cronología de 1.4 y 1.3 respectivamente (Barsky et al., 2010; Oms et al., 2000; Toro-Moyano et al., 2013, 2011), se aplican estrategias bidireccionales o centrípetas en nódulos tabulares planos de sílex, mientras que los métodos ortogonales/multifaciales se emplean para los soportes más espesos (Barsky et al., 2010; Toro-Moyano et al., 2011).

En Pont-de-Lavaud (Francia), cuyas dataciones por ESR estiman una edad aproximada de 1.05 ± 0.55 Ma (Voinchet et al., 2010), se seleccionan soportes alargados de gran tamaño para los métodos de talla longitudinal unipolar, centrípeto y ortogonal (de Lombera-Hermida et al., 2016).

Esta conducta adaptativa se refleja también en la aplicación de la técnica bipolar sobre yunque sobre diferentes litologías de pequeño formato, que se ha documentado en una serie de yacimientos como Pont-de-Lavaud (Francia), Vallparadís (España, 1.2-0.6 Ma), Fuente Nueva 3 y Barranco León (España, 1.3-1.4Ma) o en Ca' Belvedere di Monte Poggiolo (Italia), en este último caso con el objetivo de crear plataformas de percusión (de Lombera-Hermida et al., 2016, García et al., 2013, Barsky et al., 2015, Arzarello and Peretto, 2010).

El Modo 1 del oeste de Europa, por tanto, presenta una serie de características comunes (Carpentieri and Arzarello, 2021; Gallotti and Peretto, 2015; Mosquera et al., 2018):

1. Aprovisionamiento de materia prima de carácter local.
2. Cadenas operativas basadas en secuencias de reducción cortas.
3. Estrategias de explotación muy poco estructuradas, basadas en explotaciones unifaciales, multifaciales multipolares y, muy raramente, centrípetas,
4. Estrategias de explotación subordinadas a las características geométricas de las materias primas.
5. Preparación de plataformas ausente o limitada.
6. Técnicas de talla realizadas bien con percutor duro a mano alzada, o mediante la técnica bipolar sobre yunque.
7. Conjuntos líticos caracterizados por la ausencia o bajo porcentaje de herramientas retocadas.

En este sentido, TD6.2 comparte una serie de rasgos (1-6) con el resto de los yacimientos de Modo 1 del oeste europeo. Sin embargo, presenta algunas características particulares (Lombao et al., 2021b; Mosquera et al., 2018):

1. Producción y uso de grandes lascas (> 10cm) para su explotación posterior.

2. Reducción diferencial de la materia prima de mejor calidad, en comparación con otras litologías.
3. Elevado porcentaje de herramientas retocadas de pequeño formato, especialmente de sílex cretácico.

Algunas divergencias pueden ser debidas al formato de la materia prima disponible en el caso de la producción y uso de grandes lascas. De esta forma, estas lascas se realizan en sílex neógeno, que aparece en forma de bloques cuyas dimensiones pueden ser métricas o decimétricas (García-Antón, 2016) por lo que la única forma de gestionar esta litología es a través de la producción de grandes lascas o fragmentos. Otras diferencias podrían ser explicadas por aspectos metodológicos, en este sentido el presente trabajo es la primera aproximación orientada a la cuantificación del grado de reducción en núcleos en el contexto del Modo 1 europeo, por lo que es posible que otros conjuntos pertenecientes a este contexto presenten una reducción diferencial de la materia prima, pero que no ha sido cuantificada todavía.

A nuestro modo de ver, el elemento más significativo es el elevado porcentaje de herramientas retocadas, y la selección preferencial del sílex cretácico para la producción de estas herramientas. Este aspecto ha sido interpretado como un comportamiento más evolucionado, que representaría una etapa más tardía en la diversificación (*sensu Carbonell et al., 2016*) de la tecnología arcaica (Mosquera et al., 2018) o podría estar relacionado con la intensidad y/o recurrencia de las ocupaciones que se manifiesta en TD6.2 al tratarse de un lugar referencial para estos homínidos, mientras el resto de conjuntos representarían ocupaciones más esporádicas.

En cualquier caso, pese a la divergencia que reflejan estos tres puntos con respecto a otros conjuntos líticos del Modo 1 europeo, la adaptación de las estrategias de talla a las contingencias derivadas de la materia prima es un rasgo común a todos ellos, en donde la variabilidad registrada puede explicarse en función de las cualidades y características de las litologías disponibles en cada contexto y del momento de descarte.

Resumiendo, el comportamiento tecnológico inferido para estos homínidos se caracterizaría por una falta de estandarización tanto en la selección de soportes como en las secuencias de talla, así como la ausencia total de predeterminación, que por otro lado reflejan una gran flexibilidad y adaptabilidad al formato inicial de las materias primas. Esto implica que el desarrollo de las secuencias de talla muestra de forma más evidente la gestión inmediata y la capacidad de resolver problemas conforme van apareciendo, y no la planificación anticipada exigida por métodos con una mayor predeterminación; es decir, con la planificación mental a la hora de organizar y secuenciar las diferentes acciones posteriores. Esto muestra la destreza

por parte de estos homínidos a la hora de manipular diferentes litologías con diferentes formas, tamaños y calidades a través de la aplicación de distintas acciones, y de la selección tanto de plataformas de percusión como de la dirección de los levantamientos más apropiadas durante el proceso de talla.

No obstante, el comportamiento tecnológico es sólo una faceta del comportamiento humano y, en este sentido, los homínidos de TD6.2 fueron capaces de desarrollar dinámicas comportamentales complejas, como la caza y el transporte selectivo de carcasas de grandes ungulados, todo lo cual podría envolver el reparto de los recursos bióticos y la cooperación social (Fernández-Jalvo et al., 1996; Saladié et al., 2014, 2011). Esto demuestra el carácter poliédrico del comportamiento de estos homínidos, en el que se desarrollan múltiples facetas, aunque no todas de forma homogénea ni con una aparición simultánea. Algunos aspectos documentados en TD6.2 requieren de cierta complejidad cognitiva y comportamental, como la conducta anticipatoria observada en la selección de litologías en función de su tallabilidad y de su uso previsto, o en el transporte diferencial de carcasas de ungulados, para minimizar las opciones de competencia con otros depredadores (Saladié et al., 2014, 2011). Mientras, otros aspectos se afrontarían con soluciones más simples y expeditivas, que no por ello menos eficientes para su objetivo, como la organización tecnológica y las técnicas de producción de herramientas.

5.1.2 El Barranc de la Boella y la aparición del Achelense en Europa

La diferencia más destacada entre las diferentes localidades de El Barranc de la Boella radica en la presencia/ausencia y frecuencia de grandes instrumentos o *Large Cutting Tools*, así como en su morfología. En la localidad de El Forn se ha recuperado un instrumento tipo hendedor (*cleaver-like tool*) (Mosquera et al., 2016), mientras que en la Cala 1 se ha documentado un conjunto de 7 grandes instrumentos dominado por los picos.

Estos picos presentan por lo general una o dos series largas de levantamientos orientados a la configuración de un triedro distal de sección triangular. Esta intención se manifiesta desde la fase de selección de los soportes, ya que se observa la búsqueda de morfologías naturales de tendencia triédrica, que requieren de una menor modificación posterior para obtener la morfología deseada. En la Mina, a pesar de contar con algunas herramientas de gran formato, éstas consisten en *choppers* o *chopper-cores* y *chopping tools*.

Si bien la presencia de bifaces se considera como el mejor marcador cultural del achelense (Clark, 1969; Finkel and Barkai, 2018; Hodgson, 2015; Moncel et al., 2015; Sharon, 2009), se ha argumentado que la aparición del Modo 2 no está exclusivamente relacionada con la presencia de estos grandes instrumentos. Así, en África, en yacimientos como Gadeb (Etiopía,

1.7 Ma.) o Melka Kunture (Etiopía, 1.5 Ma.) la capacidad de producir LCTs ha ido acompañada de una mayor complejidad en la gestión de la materia prima, en la diversificación de las estrategias de talla, en la capacidad de producir lascas de gran formato, en la fragmentación espacial de las secuencias de reducción, así como en el uso y gestión del entorno (de la Torre, 2016, 2011; de la Torre and Mora, 2018; Gallotti, 2013).

Teniendo en cuenta que El Barranc de la Boella se ha interpretado como la primera manifestación del Achelense en el oeste europeo (Mosquera et al., 2016; Vallverdú et al., 2014b), es posible evaluar cuáles de estas innovaciones tecnológicas acompañan a la aparición de los LCTs en Europa a través del registro de la Cala 1 y El Forn, pero también observar cuáles de estos rasgos son compartidos entre las tres localidades.

Los conjuntos líticos de la Cala 1, El Forn y la Mina, están realizados sobre una gran diversidad de materias primas, pudiendo contabilizar hasta ocho variedades diferentes: sílex, arenisca, esquisto, cuarzo, cuarcita, pórfido, granito y gres. Todas ellas están disponibles en los depósitos cuaternarios de los territorios circundantes a El Barranc de la Boella, por lo que son de tipo local (Mosquera et al., 2016). Sin embargo, son más abundantes las litologías metamórficas, como el esquisto, mientras las rocas sedimentarias como la arenisca y el sílex son menos frecuentes.

La proximidad tanto geográfica como cronológica entre las tres localidades de El Barranc de la Boella descarta el factor de la disponibilidad y proximidad de la materia prima como elemento explicativo de estas diferencias en la producción de grandes instrumentos. Por lo tanto, hay tres posibles explicaciones: 1) que existan disparidades en las capacidades de implementación de estos sistemas de configuración por parte de estos homínidos, 2) que las localidades se correspondan a un mismo sistema tecnológico, cuyas diferencias reflejan distintas actividades y/o patrones de ocupación, o 3) que se deba a una cuestión aleatoria relacionada con el muestreo que supone la excavación, incluso en grandes superficies.

En las tres localidades de El Barranc de la Boella se observa una clara gestión diferencial de las diferentes litologías, caracterizada por la asociación entre el sílex y las secuencias de explotación y el esquisto y las secuencias de configuración. Dicha gestión se manifiesta desde el propio momento de adquisición de la materia prima, ya que los formatos seleccionados para la configuración de grandes instrumentos son generalmente más grandes y similares entre sí, en comparación con aquellos seleccionados para la explotación.

Si bien estas diferencias de tamaño entre litologías podrían deberse a diferencias en los formatos disponibles en el entorno, la presencia de un gran núcleo de sílex en El Forn -con un volumen similar a la mayoría de los esquistos del conjunto-, junto con las estimaciones del

volumen original obtenidas, indican que el sílex también estaba disponible en formatos relativamente grandes.

En el caso del sílex, se observa una elevada variabilidad en las estimaciones de los volúmenes originales. Esto, junto con la explotación de pequeños fragmentos, y la ausencia de correlación entre intensidad de reducción y volumen estimado, parece indicar una independencia entre las dinámicas de explotación y el tamaño de los soportes.

La gestión diferencial entre materias primas se aprecia también desde el estudio de la integridad de las cadenas operativas. En este sentido, el bajo número de lascas de esquisto recuperadas en cada localidad indica una fragmentación espacial y temporal de las fases de aprovisionamiento, configuración y uso/descarte de estos instrumentos, aunque dado el carácter local de las materias primas no se puede descartar que la fase de configuración se realice en el mismo momento de captación. Del mismo modo, la ausencia de *giant cores* y la presencia de algunos grandes instrumentos sobre lasca confirma la fragmentación espacial y temporal de las cadenas operativas en los grandes instrumentos.

El sílex presenta una mayor integridad de las cadenas operativas, ya que se han recuperado en las tres localidades todos los elementos de las diferentes fases que las conforman. Además, en la Cala 1, la presencia de remontajes y *conjoins*, junto con la asociación espacial de los restos, indica que la talla tuvo lugar *in situ*. En cambio, ni en El Forn ni en La Mina se han documentado remontajes por el momento (Mosquera et al., 2016, 2015).

A nivel de conjunto, las tres localidades presentan una composición similar, destacando la presencia de lascas retocadas, fundamentalmente en forma de muescas y denticulados en sílex, así como la presencia de material percusivo, generalmente en materiales de baja calidad (Mosquera et al., 2016). También se han documentado estigmas de percusión en las convexidades naturales de algunas herramientas como *chopping-tools*, dando lugar a cadenas operativas combinadas (Brenet et al., 2014), en donde el mismo soporte se emplea como material de percusión y como herramienta configurada.

Con respecto a la capacidad de producción de grandes lascas, se ha atestiguado su obtención para la configuración del *cleaver-like tool* de El Forn y de un pico procedente de la Cala 1 (Mosquera et al., 2016), mientras que en La Mina no se ha recuperado ningún gran instrumento sobre lasca. Por otro lado, la mayoría de los núcleos de grandes dimensiones recuperados en las tres localidades no alcanzan el tamaño suficiente para producir este tipo de lascas y están realizados en sílex. Tampoco se ha documentado la presencia de grandes núcleos de esquisto con un potencial productivo suficiente para obtener lascas mayores de 10 cm.

En lo relativo a las estrategias de talla, las tres localidades comparten un campo operativo dominado por esquemas unipolares longitudinales que presentan una considerable variabilidad formal (Figura 5.2). Esta variabilidad radica en la presencia/ausencia de extracciones orientadas a la preparación de plataformas y en el número de superficies intervenidas. Respecto a los núcleos unifaciales, se han documentado tanto la explotación en caras estrechas, como en caras anchas de los soportes. Dado que el objetivo de la explotación es la obtención de lascas no estandarizadas tipo-métricamente, esta variabilidad no es intencional, sino que parece ser consecuencia de las características morfológicas de los soportes empleados.

Gran parte de los núcleos bifaciales recuperados se pueden englobar dentro de esta concepción volumétrica, ya que la explotación se articula generalmente sobre dos superficies contiguas, explotando cada cara de forma unipolar longitudinal. La preparación de las plataformas de percusión es escasa y restringida a su creación. Los núcleos que muestran una clara jerarquización entre caras representan aproximadamente un tercio del total en cada localidad.

En algunos núcleos bifaciales se puede observar una cierta estructuración volumétrica, reflejada en el aprovechamiento de las superficies explotadas previamente como plataforma de percusión de forma similar al *Système par surface de débitage alterné* (S.S.D.A.) (Forestier, 1993), lo que parece estar indicando un cierto control de la morfología de los núcleos y una mayor organización de las secuencias de talla, a pesar de que no haya una jerarquización *sensu stricto*, puesto que el rol de las superficies intervenidas cambia a lo largo de la secuencia. Curiosamente, es la localidad de La Mina la que presenta los mejores ejemplos de este tipo de núcleos (Ver Figura 4.15f, g, h), a la vez que ofrece los valores de reducción más elevados del conjunto.

Esto puede implicar la existencia de un *procedural template* (Chase, 2008; Gowlett, 1986, 1984); es decir, una organización específica de las acciones para que las modificaciones en el núcleo permitan las siguientes extracciones manteniendo las relaciones angulares entre caras, permitiendo alargar así las secuencias de talla. Esta mayor estructuración en la secuencia de reducción conlleva la posibilidad de obtener más productos, aunque éstos no presenten una morfología determinada, por lo que prima el criterio de recurrencia sobre el morfopotencial de los productos.

Sin embargo, estos núcleos carecen de una gestión del total del volumen, ya que la explotación se realiza en superficie, quedando una buena parte del volumen sin modificar. En este sentido, destaca la baja frecuencia de estrategias centrípetas en los tres conjuntos (Figura 5.2). Únicamente se han documentado dos núcleos centrípetos, un unifacial centrípeto en gres de grandes dimensiones procedente de la Cala 1, y un bifacial centrípeto en sílex en La Mina, caracterizados ambos por un escaso desarrollo perimetral. Por ello, se produce una ausencia

prácticamente total de núcleos con una gestión volumétrica bifacial articulada en dos superficies anchas y opuestas entre sí. Las únicas evidencias de una gestión netamente bifacial serían los *chopping-tools*, los cuales generalmente se configuran mediante series cortas de extracciones alternantes, por lo que, en la práctica, este tipo de gestión bifacial en los núcleos está ausente.

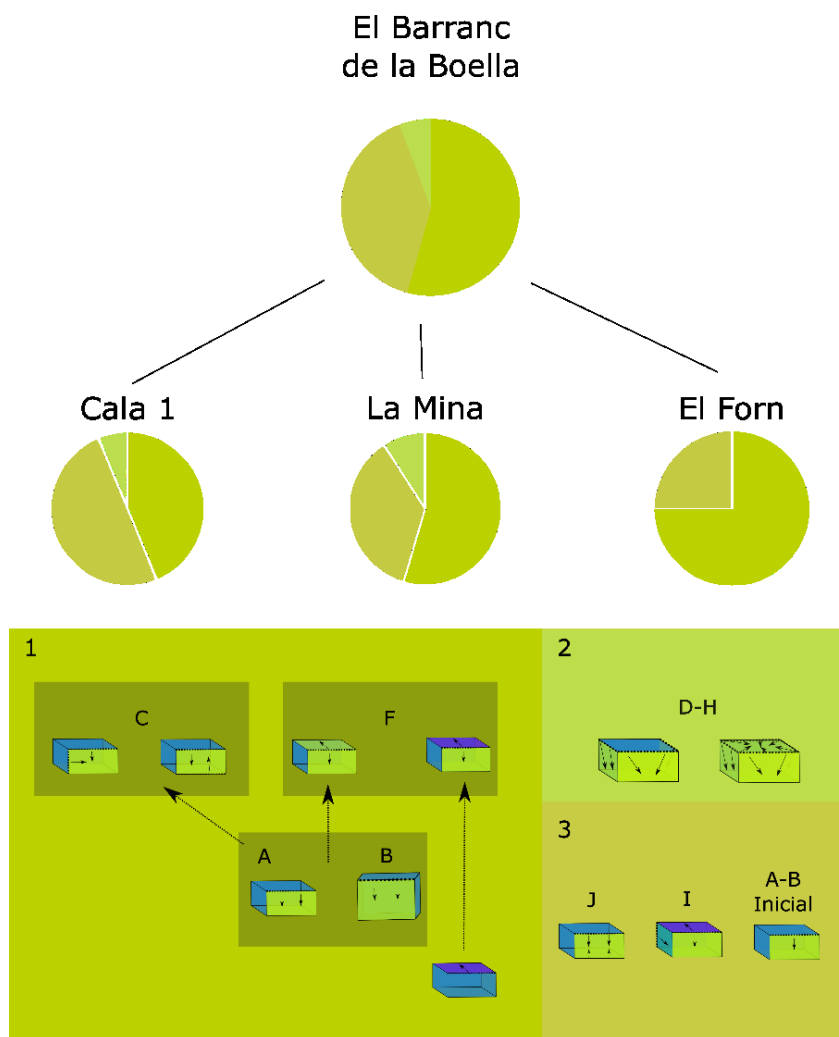


Figura 5.2. Campo operativo inferido para las tres localidades de El Barranc de la Boella.

Los tres conjuntos presentan una frecuencia significativa de núcleos en estadios iniciales, aunque, como se ha señalado previamente, parecen responder a objetivos diferentes. En El Forn estos núcleos presentan las mayores dimensiones dentro del conjunto, por lo que pueden relacionarse con testeos de la materia prima que finalmente son descartados por la presencia de impurezas y fisuras internas. En la Cala 1 y La Mina estos núcleos se documentan sobre

fragmentos de sílex de pequeño tamaño. Además, en estas dos últimas localidades se han documentado núcleos de muy pequeñas dimensiones o completamente agotados.

El mayor agotamiento volumétrico entra en una aparente contradicción con el bajo grado de reducción que a nivel general se ha inferido para los tres conjuntos. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que el grado de agotamiento volumétrico y de reducción, aunque en algunos contextos pueden ser equiparables, no lo son necesariamente. La intensidad de reducción la entendemos como la cantidad de material extraído hasta el momento de abandono, de forma similar a la definición dada por Shott (1996, 1989) al término *curation*. En el nivel de agotamiento volumétrico entran en juego diferentes variables relacionadas con la posibilidad de continuar con la reducción, como el volumen y la morfología de los núcleos o la existencia de ángulos apropiados, así como otros elementos más difíciles de cuantificar, como el propio objetivo de la explotación o la capacidad técnica del tallador.

Por lo tanto, los núcleos de la Cala 1 y La Mina que se encuentran en estadios iniciales o en momentos finales de la secuencia de reducción se corresponderían con estrategias oportunistas asociadas a un aprovechamiento más intenso de las matrices, posiblemente como respuesta a necesidades más inmediatas, por lo que no estarían reflejando organizaciones volumétricas determinadas.

Por último, la Cala 1 presenta algunas modalidades diferentes con respecto a La Mina y El Forn, ya que se han documentado tanto la técnica bipolar sobre yunque, como estrategias multipolares multifaciales, entre las que destaca el poliedro. A juzgar por el tamaño, no se corresponden necesariamente con aprovechamientos más intensos de la materia prima ni con un momento avanzado de la reducción. De igual modo, estarían demostrando una capacidad de sobreponerse a las condiciones de la materia prima, especialmente en el caso del poliedro. Sin embargo, este tipo de estrategias representan porcentajes marginales dentro del conjunto, por lo que pueden estar más relacionadas con las características funcionales/ocupacionales particulares de esta localidad.

En lo referente al uso y gestión del territorio, El Barranc de la Boella presenta un entorno con una gran disponibilidad de recursos cárnicos, vegetales, hídricos y litológicos al alcance de estos homínidos (Pineda et al., 2017b). Esto, junto al tipo de ocupaciones documentadas, lleva a interpretar las tres localidades como lugares de abastecimiento de estos recursos. Los estudios tafonómicos y zooarqueológicos realizados hasta la fecha apuntan a una correlación directa entre la intensidad de las actividades por parte de los grupos humanos y la abundancia de recursos bióticos. De esta manera, los niveles en donde se infiere una mayor intensidad de frecuentación por parte de los homínidos presentan a su vez una mayor variedad de taxones animales identificados, como es el caso del Nivel II.2 de La Mina. Además, estos niveles se

corresponden con una presencia más intensa por parte de otros depredadores, reflejando escenarios de gran competencia (Pineda et al., 2017b). Esto implica que la intensidad de las ocupaciones o actividades humanas probablemente está vinculada a la disponibilidad y abundancia de recursos, independientemente de la presencia de otros depredadores, lo que se ha interpretado como una gran capacidad de respuesta adaptativa y flexibilidad por parte de los homínidos a diferentes contextos y fluctuaciones ambientales (Pineda, 2018).

Por lo tanto, de los cinco aspectos aquí considerados, las tres localidades comparten una selección y gestión diferencial de la materia prima, reflejada también en la fragmentación de las cadenas operativas en el caso del esquisto, y un uso del entorno similar, con la particularidad del *butchering site* de la Cala 1. Así mismo, comparten un mismo campo operativo caracterizado por una concepción de explotación del tipo unipolar longitudinal, con una marcada variabilidad formal, y una ausencia casi total de estrategias centrípetas bifaciales. Además, las secuencias de reducción parecen independientes de las características volumétricas de los soportes. A estas semejanzas, es preciso sumar las similitudes en la composición del conjunto y en los tipos de retocados de pequeño formato (Tabla 5.1).

		CALA 1	LA MINA	EL FORN
PRODUCCIÓN DE LCT'S	Picos ¹	+ ¹	-	+ ²
	<i>Cleaver-Like tool</i> ²			
SELECCIÓN/GESTIÓN DIFERENCIAL MATERIA PRIMA	Sílex=explotación	+	+	+
	Esquisto=configuración			
FRAGMENTACIÓN CADENAS OPERATIVAS	Sílex=No	+	+	+
	Esquisto=Si			
CAMPO OPERATIVO	Concepción volumétrica unipolar longitudinal	+ ¹	+	+
	Poliedro y bipolar sobre yunque ¹			
GRANDES LASCAS	Producción y configuración	+	-	+
USO DEL ENTORNO	Materia prima local			
	Estrategias de subsistencia	+	+	+
COMPOSICIÓN DEL CONJUNTO	Frecuencia categorías estructurales	+	+	+
	Presencia de retocados			

Tabla 5.1. Características de los conjuntos líticos de las tres localidades de El Barranc de la Boella.

No obstante, la diferencia más significativa entre los conjuntos, además de la ya mencionada presencia de LCTs, es la ausencia de evidencias de producción y configuración de grandes lascas en La Mina. No obstante, es preciso tener en cuenta que tanto en la Cala 1 como en El Forn únicamente se ha recuperado un gran instrumento realizado sobre lasca en cada caso, que incluso podrían tratarse de *split cobbles* (Mosquera et al., 2016), por lo que este comportamiento tecnológico no parece muy generalizado.

Teniendo en cuenta la gran cantidad de similitudes que presentan las tres localidades desde el punto de vista tecnológico, es posible que las diferencias relacionadas con los LCTs y la producción y configuración de grandes lascas estén relacionadas con las necesidades y actividades específicas de cada lugar, representando La Mina, El Forn y Cala 1 un mismo tecnocomplejo (Modo 2) que se manifestaría de forma diferente debido al tipo y función de cada una de las localidades.

5.1.2.1 Relación Megaherbívoros-LCTs

La asociación entre carcasas de megaherbívoros y herramientas líticas se ha documentado en numerosos yacimientos del Pleistoceno inferior en África desde hace más de 1.5 Ma. Los conjuntos de Barogali (Djiboutí, 1.6-1.3 Ma.), Olorgesailie (Kenia, 700ka), la localidad de Garba IV en Melka Kunture (Etiopía, 1.5-1.3 Ma), Fejej FJ-1 (Etiopía, 2.33-1.78 Ma), Buia (Eritrea, ~ 1 Ma) o Nadung'a 4 (Kenia, ~700ka), entre otros, son algunos ejemplos de esta asociación entre restos de grandes mamíferos y evidencias de actividad humana (Berthelet and Chavaillon, 2001; Bunn, 1994; Bunn et al., 1986; Chavaillon and Berthelet, 2004; Leakey, 1971; Moullé et al., 2001; Pobiner et al., 2008; Rook et al., 2001).

En Europa, los yacimientos donde se ha documentado una asociación entre conjuntos líticos con restos de megaherbívoros son relativamente numerosos, remontándose la evidencia más antigua hasta hace 1.2 Ma en el yacimiento de Fuente Nueva 3 (España). En esta localidad se ha recuperado un conjunto formado por restos de *Mammuthus meridionalis*, coprolitos de hienas y algunas lascas de sílex (Toro-Moyano et al., 2011, 2003), lo que ha llevado a interpretar un posible escenario de competencia entre homínidos y hiénidos por la carcasa del elefante (Espigares et al., 2013).

El yacimiento de Cúllar-Baza (España) presenta un conjunto formado por *Mammuthus trogontherii*, entre otras especies, así como un pequeño conjunto lítico formado por lascas y *manuports*, cuya cronología se situaría en torno a los 750 ka (Gibert et al., 2007). A pesar de interpretarse como un *butchering site* (Ruiz-Bustos, 1976), no se han aportado datos tafonómicos, zooarqueológicos y de distribución espacial que sustenten esta interpretación (Mosquera et al., 2015).

No será hasta bien entrado el Pleistoceno medio cuando se documenta la asociación entre grandes instrumentos y restos de megafauna de forma clara y evidente. En algunos niveles de Notarchirico (Italia, 675-695ka) se han recuperado numerosos restos de *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus* junto a otras especies asociados a conjuntos líticos. No obstante, en algunos niveles (F, G) sí se ha documentado la presencia de bifaces en el conjunto, mientras que en otros (I2) están ausentes (Moncel et al., 2020c, 2019). Además, no se han identificado marcas de corte claras o fracturas antrópicas de los huesos que evidencien un procesamiento antrópico de las carcasas.

En el nivel II-6 de Gesher-Benot Ya'aqob (~500ka) se ha encontrado la calavera de un *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus* en asociación con un *giant core* con extracciones centripetas y un gran canto (*boulder*), ambos de basalto, así como un tronco de madera sin evidencias de haber sido trabajado (Goren-Inbar et al., 1994). Si bien la asociación espacial entre estos elementos parece evidente, el bajo número de restos impide una interpretación sólida sobre la relación entre el conjunto lítico y los restos del proboscídeo.

En Revadim (Israel), con una cronología estimada de entre 500-300 ka ((Marder et al., 2011; Rabinovich et al., 2012), se han recuperado restos de *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus* entre otros mamíferos, asociados a un conjunto lítico con bifaces (Malinsky-Buller et al., 2011b), cuyo estudio traceológico indica un posible uso de estos grandes instrumentos orientado al procesado de las carcasas (Solodenko et al., 2015; Zupancich et al., 2018)

Volviendo al oeste de Europa, en el yacimiento de Ficoncella (Italia, 500 ka) se han recuperado restos de un individuo de *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus* con un conjunto lítico caracterizado por la ausencia de grandes instrumentos, mientras que el análisis de la distribución espacial, la presencia de restos de talla y la identificación de remontajes indicarían claramente la talla *in situ* (Aureli et al., 2015).

El conjunto recuperado en Terra Amata (Francia) (400-380 ka) está compuesto por restos pertenecientes a diferentes individuos de proboscídeos junto a un conjunto lítico compuesto por *choppers*, *chopping-tools*, bifaces y hendedores, aunque también se han recuperado pequeños retocados como muescas, raederas y denticulados, así como un retocador de hueso (de Lumley, 2015; Moigne et al., 2016; Valensi et al., 2011).

En Castel di Guido (Italia), una reciente revisión ha propuesto una cronología de 400 ka (Villa et al., 2021), envejeciendo en prácticamente 100 ka las anteriores estimaciones (Michel et al., 2008, 2001). Aquí sí se han recuperado bifaces asociados a restos de megaherbívoros, así como algunas herramientas retocadas realizadas sobre las diáfisis de los elefantes, documentando el uso del hueso como materia prima (Boschian and Saccà, 2010; Costa, 2010; Zutovski and

Barkai, 2016), así como marcas de corte en los restos de estos grandes mamíferos (Boschian and Saccà, 2015).

Otra localidad próxima a esta última, La Polledrara di Cecanibbio (Italia, 340-320 ka)(Pereira et al., 2017), presenta un registro compuesto por restos de *Palaeoloxodon antiquus* asociados a *chopper-cores*, núcleos, lascas y retocados como denticulados, muescas y raederas de pequeño formato. La presencia de remontajes indica la talla *in situ* orientada a obtener filos cortantes para procesar las carcasas, si bien destaca la ausencia de bifaces y de otros tipos de LCTs (Anzidei et al., 2012; Santucci et al., 2016).

En otros escenarios similares a la Cala 1, como los *butchering sites* del Pleistoceno medio de Áridos 1 y Áridos 2 (España, ~300ka) (Panera et al., 2011; Santonja et al., 1980; Villa, 1990; Yravedra et al., 2010), encontramos un registro formado por restos de *Palaeoloxodon antiquus*, en los cuales se ha podido determinar la presencia de marcas de corte asignadas al uso de bifaces (Yravedra et al., 2010) y el mismo patrón que la Cala 1 en lo que respecta al conjunto lítico, pudiendo distinguir entre lascas y pequeños retocados, producidos y abandonados *in situ*, y los bifaces y grandes configurados, producidos con anterioridad, transportados hasta el yacimiento y abandonados tras su uso (Ollé, 2003; Santonja et al., 2001).

No obstante, la relación entre los grandes instrumentos y los megaherbívoros no es fácil de definir. En primer lugar, la mayoría de los conjuntos citados se sitúan en un rango cronológico entre 500-300 ka, cronologías mucho más recientes a las documentadas en El Barranc de la Boella (Vallverdú et al., 2014b). Por otro lado, los yacimientos que presentan un único evento ocupacional son escasos (Fuente Nueva 3, Cala 1, Notarchirico (nivel A1-B)) y representan diferentes tecnocomplejos. Además, en algunos casos como Cúllar-Baza los estudios tafonómicos y de distribución espacial no están desarrollados. Otra de las dificultades son las alteraciones postdeposicionales que pueden afectar tanto a los restos líticos como a los faunísticos, dificultando la identificación de esta posible asociación, inferida en mayor medida por la distribución espacial de los restos líticos (p. ej. Notarchirico, La Polledrara di Cecanibbio), en lugar de por la presencia de marcas de corte y/o percusión (Castel di Guido, Áridos 1 y 2) (Aureli et al., 2015).

Por último, aunque algunos autores coinciden en que el uso primario de los bifaces podría ser el procesamiento de carcasas de animales (p.ej. Barkai, 2019; Claud et al., 2009; Machin et al., 2007; Solodenko et al., 2015), es cierto que en algunos casos los bifaces parecen estar destinados a otras actividades, sugiriendo un carácter más polivalente para este tipo de herramientas (Domínguez- Rodrigo et al., 2001; Hardy et al., 2018).

Por lo demás, el registro europeo muestra una heterogeneidad en donde los LCTs pueden variar tanto tipológica (hendedores y bifaces) y morfológicamente, como en su propia presencia o ausencia, incluso dentro de la misma secuencia (p. ej. Notarchirico), sin poder identificar un patrón comportamental claro, aunque destaca la ausencia de picos en este tipo de contextos del registro europeo, suponiendo la Cala 1 una excepción.

Sin embargo, dadas las características funcionales de las tres localidades de El Barranc de la Boella, su proximidad geográfica, su carácter pericontemporáneo y sus similitudes en todos los demás aspectos tecnológicos, parece más plausible pensar que la presencia/ausencia de estos LCTs en La Mina se trataría más de una cuestión funcional o de azar, y no puramente tecnológica. A medida que se desarrollen los estudios traceológicos y tafonómicos, y se avance en las excavaciones en estas localidades, se podrá esclarecer de forma más certera esta cuestión.

5.1.2.2 *¿Un paso más en la complejidad con respecto al Modo 1?*

El Barranc de la Boella se trata por tanto de la primera manifestación del Achelense en el oeste europeo documentada hasta la fecha (Mosquera et al., 2016; Vallverdú et al., 2014b), por lo que supone una ventana única en lo que respecta a la evolución, surgimiento o introducción del Achelense en Europa (Bourguignon et al., 2016a; Martínez and Garcia-Garriga, 2016; Méndez-Quintas et al., 2018, 2019; Moncel et al., 2013, 2016, 2018, 2020c, 2020b; Moncel and Ashton, 2018; Mosquera et al., 2016; Nicoud, 2013).

En este sentido las tres localidades de El Barranc de la Boella presentan algunos elementos innovadores con respecto al Modo 1 europeo, como TD6.2, pero también algunas características comunes:

- En el caso de El Barranc de la Boella, existe una selección diferencial de materias primas dependiendo de si el objetivo es la explotación o la configuración. Se produce una explotación prácticamente exclusiva del sílex, lo que impide un análisis de la variabilidad en las estrategias de talla con respecto a las diferentes materias primas. Este hecho dificulta la comparación directa con TD6.2, donde se puede observar el uso de una gran variedad de materias primas de origen local para la obtención de productos. Si bien es cierto que no se observa ningún criterio morfológico en la selección de soportes, sí hay una mayor frecuencia de lascas retocadas en los materiales de mejor calidad (Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2017, 2014).
- En TD6.2 las cadenas operativas de todas las materias primas están completas lo que, junto con la presencia de remontajes (Mosquera et al., 2018), así como de nódulos de

sílex neógeno con unos volúmenes remanentes muy grandes, sería indicativo de un transporte sistemático de material a la cueva para su talla *in situ*, especialmente teniendo en cuenta la integridad del registro (Saladié et al., 2021). En El Barranc de la Boella los procesos de configuración muestran cadenas operativas fragmentadas, mientras que los procesos de explotación, especialmente en la Cala 1, están completos.

- Con respecto a la producción de grandes lascas, en TD6.2 se han recuperado algunas lascas con dimensiones mayores a 10cm (Mosquera et al., 2018). Sin embargo, estas se orientan en exclusiva a la explotación y no a la configuración de artefactos.
- En lo referente a la variabilidad en las estrategias de talla, destaca la aparición de algunos rasgos novedosos en los núcleos de El Barranc de la Boella. En primer lugar, se observa una mayor jerarquización o estructuración volumétrica a partir de la cual las extracciones se vertebran de tal manera que es posible la continuación de la secuencia de talla sin que la progresiva reducción del volumen afecte a la productividad. Este hecho permite obtener un mayor número de lascas, aunque no un mayor control sobre su morfología. Este *procedural template* no es visible en TD6.2, donde parece producirse una constante adaptación a las características de las materias primas y una búsqueda y aprovechamiento de ángulos cercanos a los 90°. Por otro lado, el uso oportunista de pequeños fragmentos para la obtención de pocos productos en las tres localidades de El Barranc de la Boella, que podría estar vinculado al carácter de la ocupación y no tanto a una cuestión puramente tecnológica, junto con la explotación de otros grandes nódulos, estarían indicando la independencia de las estrategias de talla con respecto a las condiciones de partida.

Pese a estos aspectos no se puede deducir de los núcleos de El Barranc de la Boella un cambio significativo en lo que respecta a la variabilidad de las estrategias de talla respecto al patrón documentado en TD6.2. Sí puede observarse, sin embargo, una mayor capacidad para sobreponerse a las constricciones de la materia prima, lo que reflejaría una mejor gestión volumétrica. De esta manera, el predominio de esquemas unipolares longitudinales, combinado con la presencia de núcleos bifaciales/multifaciales ortogonales, y el uso de la técnica bipolar sobre yunque, son, junto con la ausencia “virtual” de núcleos bifaciales centrípetos, características comunes a estos conjuntos.

Estas similitudes pueden ser debidas a un comportamiento general expeditivo en la gestión de núcleos, en el que el objetivo inmediato es la obtención de lascas con filos cortantes. A juzgar por las dimensiones y morfologías de las lascas en estos conjuntos (Mosquera et al., 2018, 2016), éstas presentan una escasa o nula estandarización morfológica, lo que enlazaría con el

bajo grado de estandarización morfológica de los núcleos, así como con la relativa simplicidad de las estrategias de talla representadas.

5.1.2.3 *El Modo 2 en Europa (800-600ka)*

Una vez evaluadas las características tecnológicas que presentan las tres localidades de El Barranc de la Boella, así como los cambios y continuidades con respecto a otros yacimientos del Modo 1 europeo, como TD6.2, es necesario evaluar los caracteres tecnológicos de los conjuntos con una cronología ligeramente posterior (entre 800-600ka) para poder contextualizar completamente estas localidades. Esta comparativa se realizará desde dos perspectivas: por un lado, las estrategias de explotación y por otro, las dinámicas de configuración.

Algunos yacimientos no se han considerado, bien por presentar serias dudas en lo que respecta a la cronología, como la Cueva Negra del Estrecho del Quípar (España) y Solana del Zamborino (España), que han proporcionado conjuntos líticos con bifaces. No obstante, fueron originalmente adscritos al Pleistoceno inferior (Scott and Gibert, 2009), lo cual fue puesto en duda (Álvarez-Posada et al., 2017; Jiménez-Arenas et al., 2011) o discutido (Walker et al., 2020, 2013). Otros conjuntos presentan piezas bifaciales dudosas que pueden no representar un desarrollo real de esta tecnología, como Pradayrol (Francia), cuya cronología estimada en base a la bioestratigrafía es de 900ka., Soleilhac (700-500ka) o Bogatyri (Rusia), con una cronología de 1.4-1.1 Ma (Bonifay, 1991; Bourdier, 1958; Bracco, 1991; Guadelli et al., 2012; Shchelinsky et al., 2010). Por último, en otros yacimientos como Pakefield (Gran Bretaña, ~700ka) (Parfitt et al., 2010) el bajo número de piezas impide una comparativa exhaustiva.

Procesos de Explotación

Un rasgo compartido entre los yacimientos de este rango cronológico es la gestión diferencial de la materia prima. En el nivel US4 de Bois-de-Riquet (Francia), con una cronología entre 780-680ka (Bourguignon et al., 2016a), existe una relación clara entre las materias primas empleadas, su tamaño y el tipo de herramientas realizadas. El basalto es empleado para la obtención de grandes lascas y grandes instrumentos a través de la selección de bloques u obtención de lascas masivas con morfologías planoconvexas (que en ocasiones se configuran parcialmente). El cuarzo es empleado en la producción de pequeñas lascas y la aplita para percutores y *heavy-duty tools* (Bourguignon et al., 2016a). En los diferentes niveles de Notarchirico (Italia, 695-600ka), los nódulos de sílex de pequeño formato se reducen siguiendo estrategias unifaciales (tanto de forma longitudinal, como centripeta) y multifaciales, con una mínima preparación de plataformas. La explotación de otras materias primas como el cuarzo,

la cuarcita o la caliza es puntual y estaría orientada a la obtención de grandes lascas para producir bifaces (Moncel et al., 2019, 2020).

En el *Stratum a* de La Noira (Francia), con una cronología de en torno a 665 ± 55 ka (Despriée et al., 2011, 2017; Moncel et al., 2021, 2013, 2020b), la principal materia prima es la caliza silicificada tabular que aflora en las inmediaciones del yacimiento (Moncel and Ashton, 2018). La selección viene determinada por el espesor, empleando las más espesas para la producción de lascas, mientras las que presentan unos ángulos naturales más agudos son escogidas para la configuración de bifaces y ciertas estrategias de talla más estructuradas orientadas a la producción de pequeñas lascas (Moncel et al., 2021, 2020b). Las dinámicas de explotación documentadas en La Noira permiten observar dos cadenas operativas principales: una para la producción de lascas pequeñas y otra para las de gran tamaño. La producción de pequeñas lascas se realiza mediante múltiples estrategias en función de la facialidad y el número de plataformas, predominando aquellas bifaciales centrípetas, en las que se pueden identificar series cortas de extracciones parciales convergentes e invasivas. En cambio, los núcleos de gran tamaño se caracterizan por una gestión desorganizada y no estandarizada (Moncel et al., 2021, 2020b).

Estos núcleos de gran tamaño destinados a la producción de grandes lascas, también llamados “*giant cores*”, se han identificado igualmente en el nivel US4 de Bois-de-Riquet. En ambos yacimientos presentan una explotación parcial en la que las superficies naturales del soporte actúan como plataformas de percusión y muestran un bajo grado, tanto de reducción como de agotamiento volumétrico. Si bien la ausencia de reflejados podría indicar un buen control de la morfología y de las relaciones angulares entre caras, este tipo de explotación apuntaría a una conducta oportunista relacionada con la morfología del soporte. Sin embargo, algunos autores proponen que la propia selección de los soportes sería indicativa de una conducta anticipatoria (Bourguignon et al., 2016a).

Otro de los rasgos característicos de la conducta tecnológica reflejada en estos conjuntos es el mayor grado de independencia con respecto a las constricciones impuestas por la materia prima que lo observado durante el Modo 1. Esto se manifiesta, por un lado, en un progresivo aumento en la frecuencia de núcleos bifaciales centrípetos, que permiten gestionar la totalidad del volumen de forma independiente a las características de los soportes de partida; por otro, en una selección más cuidadosa de morfologías más favorables en función de las estrategias de talla a aplicar. De este modo, en los yacimientos más antiguos, como la Boella o el nivel US4 de Bois-de-Riquet, predominan estrategias unipolares longitudinales y ortogonales, mientras que, en niveles más recientes como La Noira, empieza a darse una mayor presencia de este tipo de estrategias, siendo Isernia La Pineta (*ca.* 585 ka)(Peretto et al., 2015) el mejor

ejemplo de esta gestión volumétrica más compleja, predominando estrategias de tipo discoidal, donde se superan las restricciones iniciales impuestas por la materia prima (Gallotti and Peretto, 2015). No obstante, en el caso de Notarchirico las estrategias de explotación se mantienen estables a lo largo de toda la secuencia estratigráfica, caracterizada por la alternancia en la presencia/ausencia de bifaces entre los distintos niveles. En este caso, la presencia de grandes configurados en algunos niveles no iría acompañada de cambios visibles en la gestión de los núcleos (Moncel et al., 2019, 2020c; Santagata et al., 2020).

Otros yacimientos, como Moulin Quignon (Abbeville, Francia), con una cronología de 672 ± 54 ka (Antoine et al., 2019), pese a proporcionar un conjunto escaso, muestra una gran variabilidad en las estrategias de talla. Destaca la presencia de núcleos que reflejan estrategias oportunistas, con pocas extracciones -siendo la preparación de plataformas poco frecuente-, junto con otros núcleos con estrategias más estructuradas, como unifaciales y bifaciales centrípetos y ortogonales, que muestran un grado de independencia de la materia prima, ya que las series de extracciones no parecen tener relación con la morfología de los nódulos.

Por lo tanto, las dinámicas de explotación durante el Modo 2 se caracterizan por:

- 1.- Selección diferencial de materias primas y formatos en función del objetivo.
- 2.- Combinación de estrategias más complejas (p. ej. centrípetas) con otras de carácter más expeditivo.
- 3.- Capacidad de superar las contingencias derivadas de las características de la materia prima.
- 4.- Secuencias de reducción más largas.

Además, durante este período se produce un aumento progresivo de las estrategias centrípetas, que permiten gestionar la totalidad del volumen, y una mayor frecuencia e intensidad en la preparación de las plataformas (Gallotti and Peretto, 2015).

Procesos de configuración

La comparación de los procesos de configuración de grandes instrumentos de El Barranc de la Boella con otros yacimientos ligeramente posteriores, adscritos al rango cronológico de 780-600ka, muestra algunos comportamientos diferentes junto con otros comunes, a pesar de la diversidad geográfica, temporal y de los recursos litológicos.

De este modo, en el nivel US4 de Bois-de-Riquet se han documentado secuencias de configuración tanto a partir de cantos como de grandes lascas, y están orientadas a la obtención de filos focalizados en un sector específico del soporte, situados en el extremo opuesto de una superficie prensil, que ocupa generalmente la mitad del perímetro del soporte. En las lascas,

la configuración presenta un mayor desarrollo perimetral, generando un filo semiperiférico. Estos *heavy-duty tools*, pueden ser tanto unifaciales como bifaciales, y presentan por lo general una escasa modificación y un bajo grado de estandarización morfológica, apareciendo desde cordiformes a herramientas con filos transversales, aunque no se correspondan tipológicamente con hendedores (Bourguignon et al., 2016a).

En Notarchirico no existen diferencias claras entre los diferentes niveles en términos de procesos de configuración o de las morfologías resultantes. Sin embargo, el conjunto del nivel F (< 670 ka) presenta una mayor diversidad en los modos de configuración y en la morfología de los bifaces, aunque las dimensiones de éstos son muy homogéneas. En cambio, niveles más recientes, como el B, presentan una mayor frecuencia de herramientas bifaciales menos elaboradas, tanto en sílex como en caliza, y una mayor diversidad en las dimensiones de ambas litologías. Además, en algunos niveles la presencia de bifaces se ve acompañada de otros elementos configurados, como cantos tallados unifaciales o bifaciales apuntados (Moncel et al., 2020c, 2019).

En el *Stratum a* de La Noira, se ha identificado una gran variabilidad de procesos de configuración, entre los que destacan:

- *Heavy-duty tools* con una configuración parcial orientada a generar un filo cortante.
- Herramientas bifaciales configuradas mediante extracciones periféricas, que generan un filo cortante convergente, en donde no se observa una gestión completa del volumen.
- Bifaces realizados sobre los soportes menos espesos, que muestran una gestión completa del volumen, generando morfologías cordiformes y triangulares. En ellos se pueden identificar diferentes procesos de configuración, combinando series realizadas con percutor duro y otras con percutor blando, estas últimas con el objetivo de regularizar los filos y la punta.
- Hendedores y *cleaver-like tools* bifaciales con filos cortantes transversales (Moncel et al., 2021, 2016, 2020b).

Por lo tanto, se puede identificar en el contexto europeo la existencia de herramientas de gran formato que ponen de manifiesto una capacidad de gestión bifacial del volumen sobre una gran variedad de materias primas y soportes. Estos grandes instrumentos presentan un amplio rango de morfologías finales que abarcan desde formas ovales, cordiformes o apuntadas, como en los yacimientos de Moulin Quignon (Antoine et al., 2019). En general, en los conjuntos en los que se registra la presencia de bifaces se ha recuperado un bajo número de estos

instrumentos y se caracterizan por un bajo grado de estandarización formal (Moncel et al., 2021).

Las principales características observadas en los conjuntos del Pleistoceno medio inicial serían, según Moncel & Ashton (2018), las siguientes:

- Uso mayoritario de materias primas locales.
- Evidencia de producción de lascas de gran y pequeño formato.
- Baja frecuencia de bifaces y siempre asociados a herramientas bifaciales parciales.
- Diversidad en los procesos de configuración y en la forma de los bifaces.
- Poca frecuencia del uso de grandes lascas para producir *heavy-duty tools* o para la producción de lascas.

5.1.2.4 Conclusiones

En cuanto a las dinámicas de explotación, El Barranc de la Boella se sitúa en un punto intermedio entre los conjuntos adscritos al Modo 1 europeo y los conjuntos del Pleistoceno medio inicial (780-600 ka). De esta manera, se han podido documentar una serie de innovaciones con respecto al Modo 1 en lo referente a las estrategias de explotación.

En primer lugar, la presencia de núcleos con un cierto grado de estructuración volumétrica, en los que la extracción de lascas no sólo se realiza con el objetivo de obtener las propias lascas, sino con vistas a facilitar la producción de las siguientes extracciones, lo que permite alargar las secuencias de talla. Esto lleva a plantear la existencia de un *procedural template*, de una organización más efectiva de las acciones llevadas a cabo durante las secuencias de talla, que permite reducir la influencia de las características morfológicas de la materia prima. Esto se manifiesta no sólo en una falta de correlación entre el grado de reducción y el tamaño de los núcleos, sino también en una independencia de la aplicación de estrategias de talla en función del volumen y la morfología de los soportes de partida.

Sin embargo, a nivel de conjunto, en las localidades de El Barranc de la Boella se evidencia una gestión parcial del volumen a través de las estrategias de talla, combinando estrategias relativamente más estructuradas con otras más expeditivas y oportunistas. Estas últimas son similares a las identificadas en los conjuntos del Modo 1 europeo (p. ej. TD6.2), por lo que se puede observar que la aparición de estas innovaciones no supone una ruptura completa con respecto a las estrategias identificadas en el Modo 1 europeo, posiblemente debido al carácter de las ocupaciones reflejadas en El Barranc de la Boella y al propio objetivo de la explotación.

Esta tendencia a la aparición de innovaciones graduales en las dinámicas de explotación se mantiene en los primeros conjuntos europeos del Pleistoceno medio. Así, las estrategias de explotación muestran cambios progresivos a favor de una gestión del volumen más completa,

estructurada e independiente de las constricciones impuestas por la materia prima. Esto se vería reflejado en el incremento de las estrategias centrípetas, especialmente a partir de los 700 ka (Gallotti and Peretto, 2015). Mientras, la aparición de los *giant cores* estaría indicando una capacidad de anticipación reflejada en el mismo proceso de selección (Bourguignon et al., 2016a), además de suponer una vía alternativa a la producción de grandes instrumentos sobre canto. En este sentido, la capacidad de producir grandes instrumentos a través de distintas vías conceptuales y técnicas mostraría un alto grado de flexibilidad (Sharon, 2009). En el Barranc de la Boella resulta interesante la ausencia casi total de este tipo de núcleos de grandes dimensiones y de estrategias centrípetas en los núcleos.

No obstante, la aparición de estos cambios graduales no parece ser algo lineal y homogéneo, ya que en secuencias más largas como Notarchirico no se han detectado grandes cambios en las estrategias de talla representadas (Moncel et al., 2020c, 2019). Además, estos cambios en el comportamiento tecnológico pueden verse acompañados o no por la presencia de bifaces, como es el caso de Isernia la Pineta, donde no se ha recuperado ningún instrumento de este tipo (Gallotti and Peretto, 2015), cuya ausencia podría ser debida a la falta de disponibilidad de materias primas con tamaños apropiados (Moncel and Ashton, 2018). Algunos autores plantean la posibilidad de que la habilidad de superar las constricciones de la materia prima, junto con la capacidad de gestionar superficies jerarquizadas en los núcleos, puede suponer un incipiente paso hacia tecnologías más complejas, como las *prepared cores technologies*, o métodos discoidales o Levallois (Barsky et al., 2019; Moncel et al., 2021, 2020c).

Con respecto a los LCTs es más complejo definir la posición que representa El Barranc de la Boella con respecto a otros conjuntos cronológicamente similares. Esta dificultad radica en la existencia de elementos tecnológicos comunes en los Modos 1 y 2, que reduce en cierta manera la adscripción tecnológica a la presencia/ausencia de grandes instrumentos. De hecho, esta adscripción categórica en la que el Modo 1 se define por ser una tecnología basada en núcleos y lascas “*core and flake technologies*” (Clark, 1969) y el Modo 2, por la presencia de LCTs, no admite graduaciones.

Además, los LCTs son construcciones tipológicas basadas en la presencia de elementos técnicos y morfológicos que en muchos casos se definen por presencia o ausencia y no por grado. Por ejemplo, en el caso de los bifaces, su definición se basa principalmente en la coexistencia de dos elementos: la simetría en la forma y la bifacialidad (Villa, 2001). Aunque la aplicación de nuevas metodologías puede hacer de la simetría una variable en cierta medida cuantificable, y por tanto permitiría la existencia de rangos intermedios que permitan identificar posibles cambios o evoluciones, la bifacialidad, dado su carácter numérico entero,

que en última instancia se puede resumir como categórico (bifacial-no bifacial), no acepta grados intermedios.

El uso de variables categóricas tanto para definir un conjunto, como para definir algunos de los elementos que lo componen, dificulta la identificación de industrias transicionales, ya que, aunque posibles desde un punto de vista teórico, serían muy difíciles de distinguir en la práctica, puesto que el único paso rastreable de un posible origen de estos grandes instrumentos sería a través de los núcleos o de algunos elementos retocados (*chopping tools*, becs, entre otros). Esto puede explicar la ausencia en el registro europeo de conjuntos transicionales entre ambos modos técnicos (Moncel et al., 2020b; Mosquera et al., 2016).

Por otro lado, los yacimientos europeos con LCTs del Pleistoceno medio inicial se caracterizan en su mayoría por presentar herramientas con una gestión bifacial, en las cuales, a pesar del alto grado de variabilidad tipológica, los picos y/o triedros son minoritarios o están ausentes. En la Boella se produce la situación contraria, los LCTs, por lo menos de la Cala 1, se caracterizan por la configuración de triedros mientras la gestión bifacial se registra únicamente en los *chopping-tools* y en el *cleaver-like tool*, por lo que se produce una ausencia virtual de la gestión bifacial.

En cualquier caso, estos grandes instrumentos reflejan de forma más clara algunos elementos de cierta complejidad cognitiva que se observan en las dinámicas de explotación, como la organización más compleja y eficiente de las acciones e independencia con respecto a las condiciones de la materia prima. Por un lado, porque, aunque generalmente se identifica una única serie de levantamientos, ésta presenta numerosas extracciones profundas orientadas a la configuración de un triedro distal, dejando la base sin modificar. En el caso del pico sobre lasca de la Cala 1 se han documentado dos series largas de configuración (Mosquera et al., 2016). Por otro lado, la selección de morfologías más propicias para la configuración de algunos picos, cuya configuración se limita exclusivamente a la punta, parece venir regida por el principio de economía gestual (*sensu* Vaquero, 1999, 1997), que, junto con el transporte diferencial de estos configurados, refleja una conducta anticipatoria, asumida en otros conjuntos con cronologías similares (Bourguignon et al., 2016a). Además, este criterio de “modificación mínima” y de selección específica de soportes con ciertos criterios morfológicos ha sido considerado por algunos autores como reflejo de un cierto grado de predeterminación para conjuntos achelenses más tardíos como La Noira (Moncel et al., 2020b).

Esto indica la capacidad de configurar formas relativamente homogéneas a través de hasta tres procesos técnicos completamente distintos, desde la configuración más intensa, la selección de los formatos más adecuados que requieren de una menor modificación y la producción de

grandes lascas o split-cobbles para su configuración posterior, lo que demuestra una gran flexibilidad cognitiva (Sharon, 2009). Del mismo modo que ocurre en las estrategias de explotación, el conjunto de grandes instrumentos de El Barranc de la Boella parece compartir rasgos comunes con otros conjuntos achelenses posteriores, como la independencia con respecto a la geometría de la materia prima, la realización de secuencias de talla más largas, la conducta anticipatoria, la baja frecuencia de LCTs -siempre asociados a *heavy-duty tools*- y la baja frecuencia de la producción y configuración de *heavy duty tools* en lascas de gran formato.

El Barranc de la Boella, por tanto, presenta algunos rasgos compartidos con conjuntos del Modo 1 (TD6.2), como la variabilidad en las estrategias de talla o la selección diferencial de la materia prima. Pero la presencia de picos y el *cleaver-like tool*, junto a una mayor estructuración de las secuencias de talla, marcan una ruptura con respecto a aquellos conjuntos. Por otro lado, la ausencia de la gestión bifacial, tanto en las dinámicas de explotación como en los procesos de configuración, separan a estas localidades de otros conjuntos del Modo 2 posteriores.

Si bien algunos autores han discutido el componente achelense de La Boella (Méndez-Quintas et al., 2018; Santonja et al., 2016), basándose en la presencia de lascas fragmentadas y fragmentos en estas localidades así como en el bajo número de LCTs recuperados, los datos aquí presentados y discutidos, junto con el aumento del número de grandes instrumentos recuperados en la Cala 1 respecto a los estudios precedentes (Mosquera et al., 2016), muestran una serie de caracteres que permiten definir estas localidades como Modo 2, a pesar de que no se ha podido atestiguar la capacidad de gestionar bifacialmente los volúmenes.

Con respecto a la evolución local, hemos visto los problemas derivados de las propias clasificaciones, en los que sería necesario encontrar morfologías transicionales en el registro arqueológico, algo que teniendo en cuenta la discontinuidad abrupta que muestra el registro europeo en estas cronologías (Mosquera et al., 2016) parece poco probable.

Por otro lado, los conjuntos achelenses de este rango cronológico (900-600ka) podrían estar reflejando múltiples olas de dispersión de grupos humanos, que compartirían ciertos elementos comportamentales comunes y cuyas diferencias podrían deberse en parte a las materias primas disponibles, a la funcionalidad de cada yacimiento o a otros factores (Moncel and Ashton, 2018). El Barranc de la Boella podría representar, al menos por el momento, una de las primeras llegadas del Modo 2 a Europa (Mosquera et al., 2016).

En cualquier caso, el escaso número de yacimientos documentados en este rango cronológico y los hiatos ocupacionales en las secuencias de yacimientos del centro y noroeste de Francia (La Noira, Moulin Quignon) y de la península ibérica (Atapuerca), podrían apuntar a una despoblación del subcontinente (Mosquera et al., 2013; Rodríguez et al., 2011). Siempre y

cuando este “vacío” demográfico apunte a una evidencia de ausencia y no a una ausencia de evidencia, debido a cuestiones tafonómicas o a un vacío de investigación, podría indicar que estos grupos humanos no fueron demográficamente exitosos. Por último, este vacío demográfico haría más improbable la teoría de la difusión cultural, ya que el subcontinente europeo se encontraría bastante deshabitado en este período cronológico (Mosquera et al., 2016).

A pesar de los datos aquí expuestos, el debate sobre si El Barranc de la Boella supone una evolución local, una migración poblacional con nuevos comportamientos tecnológicos o un ejemplo de difusión tecnológica permanece todavía abierto. En este sentido, es preciso considerar que en el caso de La Mina y El Forn se ha analizado la Unidad II en su totalidad, dado el bajo número de restos, y que la excavación de La Mina continúa en la actualidad, mientras que en la Cala 1 se ha analizado exclusivamente el nivel II.2. Por lo tanto, a medida que el desarrollo de los trabajos arqueológicos haga posible un estudio diacrónico a nivel *intra-site* se podrá profundizar en mayor medida en estos planteamientos.

5.1.3 Evolución tecnológica en Gran Dolina y Galería

A lo largo de las secuencias estratigráficas de Gran Dolina (TD10) y de Galería (GII-GIII) se pueden observar una serie de cambios diacrónicos en lo que respecta a los procesos de captación de materias primas y las dinámicas de explotación, así como a otros elementos tecnológicos y comportamentales.

5.1.3.1 Gran Dolina TD10

Los conjuntos de TD10.4 y TD10.3 presentan ciertas diferencias en lo que respecta a la representación de las categorías estructurales en función de la materia prima. En TD10.4 únicamente se han recuperado núcleos de arenisca, cuarcita y sílex neógeno, produciéndose un cierto equilibrio entre la representación porcentual de los núcleos realizados en materias fluviales y en sílex neógeno. Sin embargo, a nivel de conjunto se han recuperado algunas lascas y herramientas retocadas de cuarzo y sílex cretácico, lo que puede indicar que estas materias primas presentan una fragmentación espaciotemporal de las cadenas operativas. Sin embargo, la arenisca, cuarcita y sílex neógeno, muestran cadenas operativas completas, recuperándose todos los elementos que la conforman.

En TD10.3 se han recuperado núcleos realizados en cuarcita y sílex neógeno, y a diferencia de TD10.4, también se han recuperado núcleos realizados en sílex cretácico y cuarzo, mientras los núcleos de arenisca están ausentes. La proporción entre las distintas materias primas es similar entre sí, aunque predominan ligeramente los núcleos de sílex neógeno. En los

configurados sobre canto o nódulo, sí se ha podido atestiguar el uso de la arenisca además del sílex neógeno, aunque es más frecuente el uso de cuarcitas como soporte. De igual modo, las cadenas operativas orientadas a la producción de lascas están completas a juzgar por la presencia de todas las categorías resultantes del proceso de producción de herramientas.

Sin embargo, los resultados obtenidos en ambos conjuntos indican que durante la captación de materias primas se produce una selección diferencial de volumetrías y morfologías en función del objetivo de la talla. Curiosamente, esta selección de formatos específicos se realiza sobre las mismas litologías, especialmente la cuarcita, lo que indicaría una selección intencional y no condicionada por las características y particularidades de cada materia prima.

De este modo, los cantos de cuarcita más alargados y aplanados se seleccionan para la configuración, mientras que los más compactos y espesos se orientan a la explotación. Es preciso tener en cuenta el análisis métrico de los grandes instrumentos sobre lasca para poder valorar completamente este proceso de selección en función del espesor. De hecho, su propia presencia sería indicativa del uso de grandes cantos cuyo potencial volumétrico permita la extracción de estas lascas de gran tamaño para su configuración posterior. Por el contrario, los núcleos de cuarcita recuperados en ambos conjuntos no alcanzan las dimensiones necesarias para producir estas grandes lascas, lo que reforzaría el carácter de selección diferencial de las mismas materias primas en función del objetivo, e indicaría que, por lo menos, parte de las cadenas operativas de estos instrumentos sobre lasca están fragmentadas.

La selección diferencial en función de la morfología no sólo es observable entre los procesos de configuración y explotación, sino que también puede apreciarse al comparar el papel de las diferentes litologías dentro de las dinámicas de explotación. Las estrategias de talla se aplican de forma diferencial en función de la materia prima y, especialmente, del tipo de soporte, produciéndose una elevada correspondencia entre núcleos sobre lasca y sílex neógeno y núcleos sobre canto y materiales fluviales.

Teniendo en cuenta la presencia de grandes lascas para su configuración posterior, que implica la capacidad de gestionar grandes volúmenes (Sharon, 2009), la variabilidad morfológica de los soportes recuperados de las mismas litologías y la producción de lascas de sílex neógeno de mediano formato para su explotación, se dibuja un proceso de selección intencional y no condicionada por las características y particularidades de cada materia prima.

Los núcleos de sílex cretácico y de cuarzo recuperados en TD10.3 suponen la excepción a esta tendencia. Siguiendo la tónica dominante en prácticamente todo el registro de Pleistoceno inferior y medio de Atapuerca, presentan formatos más pequeños, cuya selección está determinada por el tamaño de los soportes disponibles de estas materias primas en el entorno

(Carbonell et al., 1999a; García-Antón, 2016; Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2017, 2014).

En lo que respecta a las estrategias de talla, ambos conjuntos presentan una gran diversidad en las estructuras volumétricas de explotación pese al bajo número de núcleos recuperados. A pesar de que existen ligeras diferencias entre las estructuras identificadas en cada conjunto, se trata de casos muy poco representativos o incluso anecdóticos, a tenor del número de núcleos adscritos a cada estructura volumétrica. Por ejemplo, la técnica bipolar sobre yunque se ha identificado únicamente en un núcleo de sílex neógeno procedente de TD10.4, mientras que no se han podido documentar evidencias del uso de esta técnica en TD10.3.

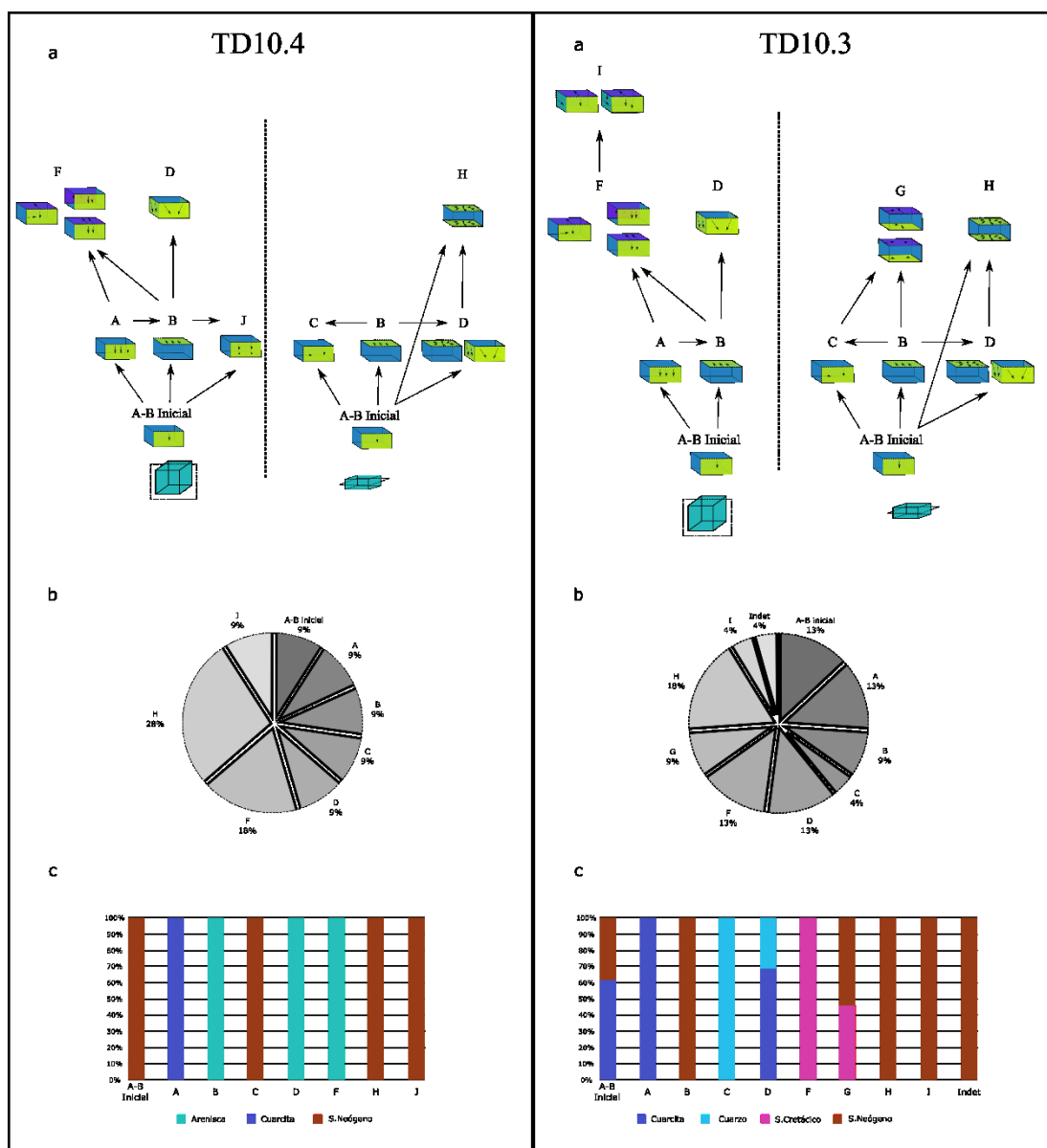


Figura 5.3. a) Esquema del campo operativo; b) Frecuencia porcentual de cada VSE dentro del conjunto; c) Frecuencia porcentual de cada litología por VSE.

Pese a estas ligeras diferencias entre conjuntos y a estos contextos tecnológicos de gran variabilidad, se puede observar que ambas subunidades comparten un campo operativo bimodal, en el que se desarrollan las distintas posibilidades en función de las condiciones morfovolumétricas de partida.

De este modo, en los formatos más espesos y compactos, los planos de explotación se corresponden a los planos sagital o transversal, mediante series unipolares longitudinales o bipolares ortogonales, mientras que en los soportes más estrechos y alargados la explotación se articula a través del plano horizontal, mediante series de extracciones dispuestas de forma centrípeta.

Los primeros, correspondientes a materiales fluviales, muestran una serie de caracteres técnicos en común en ambos conjuntos: 1) predominio de estrategias unificiales unipolares longitudinales; 2) uso de superficies corticales como plataforma de percusión; 3) empleo de ángulos abruptos o semiabruptos entre las superficies de percusión y de lascado; y 4) un elevado porcentaje de superficie cortical remanente, que indica que se produce una explotación parcial del volumen de estos soportes.

Los núcleos de sílex cretácico recuperados en TD10.3 presentan extracciones en dos superficies contiguas, gestionadas cada una de ellas de forma unipolar longitudinal y aprovechando las extracciones previas como plataforma de percusión para las siguientes extracciones. Dicho esquema de explotación recuerda al ya mencionado S.S.D.A. (Forestier, 1993) o, incluso en algún caso, a explotaciones de tipo Quina (Bourguignon, 1996), puesto que algunos núcleos presentan planos de fracturación paralelos y secantes con respecto al plano de intersección de las superficies. Además, teniendo en cuenta la profundidad y el número de los levantamientos en cada una de las caras, no es posible atribuir una relación jerarquizada entre las distintas superficies.

Si bien estos sistemas ortogonales técnicamente pueden ser vistos como métodos de talla discretos e independientes, podrían estar reflejando la continuación de la reducción de tipo unipolar longitudinal sobre formatos de pequeño tamaño, ya que, una vez realizada la primera serie de extracciones, resulta muy difícil continuar la reducción sin cambiar la superficie de explotación debido al tamaño de los nódulos.

Los núcleos de sílex neógeno presentan una gestión diferencial en función del tipo de soporte y del tamaño. Así, en el único núcleo sobre nódulo recuperado en TD10.4 se ha documentado la técnica bipolar sobre yunque, mientras que en TD10.3, los núcleos sobre nódulos de sílex neógeno, se caracterizan por presentar explotaciones de tipo unipolar longitudinal sobre una de las caras anchas del soporte. La explotación se realiza siguiendo el eje largo de la superficie intervenida, posiblemente con el objetivo de obtener productos más alargados. Sin embargo,

la presencia y acumulación de reflejados indican que este tipo de gestión no siempre se realiza con éxito. Estos núcleos se corresponden a aquellos de mayores dimensiones y reflejan un escaso agotamiento volumétrico, así como un menor grado de reducción. Esto refleja, además, la ausencia de acciones encaminadas al acondicionamiento y gestión de errores de talla.

En el caso de los núcleos sobre lasca, la gestión volumétrica se articula a través de dos superficies opuestas, separadas por un plano de intersección horizontal, con los negativos de explotación dispuestos de forma centrípeta, sobre una o dos caras. La adecuación a la morfología de las lascas-soporte es visible, ya que el carácter simétrico o asimétrico de los núcleos es el resultado de la propia morfología de las lascas. Por ejemplo, en aquellas lascas que presentan una cara ventral más plana, las extracciones presentan ángulos más agudos (semiplanos y simples), mientras que en las caras cuya convexidad es mayor se registran angulaciones semiabruptas.

Pese al carácter marcadamente bimodal de la explotación (Figura 5.3), existen algunos elementos que reflejan algunos puntos de interconexión entre ambas modalidades. Por ejemplo, en un núcleo recuperado en TD10.4 se ha podido documentar un cambio de estructura volumétrica (Figura 5.4).

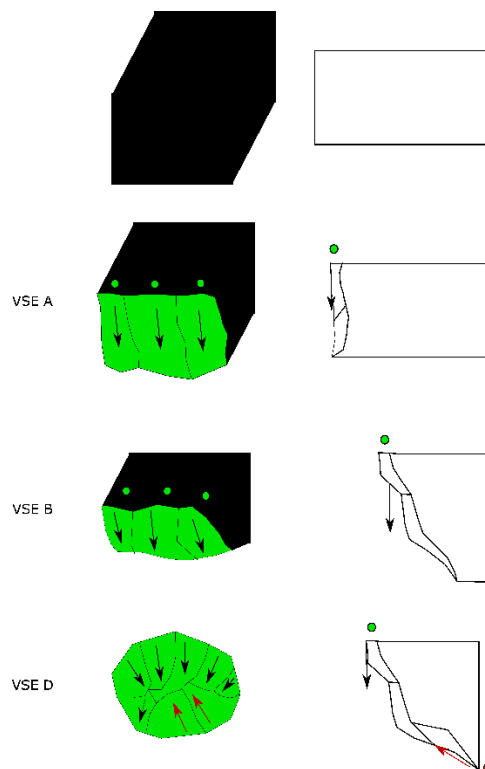


Figura 5.4. Ejemplo de los cambios en las VSE a lo largo de la secuencia de reducción.

De este modo, en este núcleo la explotación se articula de forma unifacial unipolar longitudinal sobre una de las caras estrechas del soporte (VSE A). Para que esta explotación pueda seguir realizándose exitosamente es necesario mantener las relaciones angulares entre la superficie de lascado y la plataforma de percusión, así como la obtención de lascas con terminaciones normales o sobrepasadas que impidan la acumulación de reflejados. La aplicación recurrente de este tipo de explotación acaba generando cambios alométricos en el núcleo, por lo que la explotación termina por realizarse sobre una de las caras anchas del soporte (VSE B). Del mismo modo, la explotación de los flancos del frente de explotación acaba generando una mayor convergencia en la dirección de los levantamientos. Estos cambios morfológicos generan la aparición de nuevas plataformas aptas en el sector opuesto, que son explotadas y que acaban generando una nueva estructura volumétrica (VSE D).

En el caso de TD10.3, este punto de unión entre las dos modalidades de explotación es visible en los núcleos unificiales centrípetos realizados sobre lascas de cuarzo y cuarcita. Teniendo en cuenta el carácter plano de la superficie de percusión, así como la relación angular entre las superficies de explotación y percusión (con angulaciones más abiertas con respecto a los bifaciales centrípetos), podrían reflejar una explotación unipolar longitudinal con un mayor recorrido perimetral, en el que las extracciones acaban convergiendo debido al menor espesor de este tipo de soportes. Por ellos, este tipo de explotaciones podrían estar más vinculadas con el tipo de explotación registrada en los núcleos sobre canto, que con el resto de los núcleos sobre lasca.

Esto demuestra el carácter permeable de las distintas estrategias de talla a lo largo de la secuencia de reducción, especialmente en contextos tecnológicos donde no existe un concepto volumétrico predominante.

Pese a este contexto técnicamente no muy exigente en las dinámicas de explotación, los conjuntos de grandes instrumentos recuperados en ambas subunidades muestran la capacidad de gestionar el volumen bifacialmente y la capacidad de imponer formas estandarizadas. Por lo tanto, parece que la respuesta adaptativa ante los requerimientos impuestos por el propio sistema técnico recae en el proceso de selección de las materias primas. En este sentido, el sistema técnico inferido podría apuntar a una conducta anticipatoria muy marcada, en la cual se produce una selección muy detallada en términos morfológicos en función de las características de cada litología.

Para realizar una valoración completa sobre las dinámicas de selección de soportes en estos grandes instrumentos, es necesario integrar los datos con respecto a los grandes instrumentos sobre lasca. Dado que estos materiales se encuentran en la actualidad todavía en estudio y no

se han incorporado al análisis del presente trabajo, la descripción de los grandes instrumentos se realizará exclusivamente sobre aquellos configurados sobre canto.

A pesar del bajo número recuperado de grandes instrumentos sobre canto, se ha registrado un amplio abanico de morfotipos, que abarcan desde elementos unificiales -como *choppers* o un bifaz en fase de *rough-out*- a instrumentos bifaciales, como bifaces con un cierto grado de variabilidad formal y raederas. Los hendedores también están presentes, pero realizados sobre lasca (Mosquera com. pers.).

Desde un punto de vista tecnológico, la existencia de grandes configurados, especialmente bifaces, métodos más diversificados como los centrípetos y la ausencia de métodos de talla predeterminados, muestran el carácter achelense de este conjunto. Desde un punto de vista del tipo o intensidad de la ocupación, los resultados de la reducción, junto al bajo número de núcleos, parecen apuntar a un uso no muy intensivo de la cueva en el momento de formación de estos conjuntos, cuyas ocupaciones podrían ser de baja intensidad, aunque es necesario confirmar este carácter a través de estudios tafonómicos, zooarqueológicos y traceológicos.

En lo que respecta a TD10.2, las proporciones de las distintas materias primas tanto en los núcleos, como especialmente a nivel de conjunto (Ollé et al., 2013), muestran una selección más especializada hacia la explotación de sílex cretácico y especialmente de sílex neógeno, suponiendo esta última un 68% de los núcleos recuperados en TD10.2, que contrasta con la presencia prácticamente testimonial de núcleos realizados en materiales fluviales.

A su vez, se han recuperado todos los elementos implicados en la producción lítica, lo que indica integridad de las cadenas operativas (Ollé et al., 2013). Sin embargo, el número de lascas realizadas sobre materiales fluviales parece no concordar con el bajo número de núcleos de estas litologías, lo que podría indicar la introducción de lascas ya producidas o herramientas ya retocadas en este conjunto (Terradillos-Bernal, 2010).

El uso principal de sílex neógeno dificulta un análisis en profundidad sobre los criterios de selección de morfologías y volumetrías durante el proceso de captación, debido principalmente al sistema tecnológico preponderante (estrategias bifaciales centrípetas) -que implica una modificación de la totalidad de los volúmenes de los núcleos-, al uso preferente de soportes lascares y a la escasez de reservas corticales en los soportes nodulares.

En el caso de los núcleos de sílex cretácico, se seleccionan principalmente soportes nodulares de pequeño formato, mientras que la cuarcita y la arenisca están vinculadas a bases naturales, lascas y herramientas retocadas (Ollé et al., 2013; Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2014).

En lo referente a las dinámicas de explotación se pueden observar algunas características especialmente interesantes:

1.- Se produce un proceso de especialización hacia estrategias centrípetas, especialmente las bifaciales. Estas últimas suponen el 45% de las estrategias de talla representadas en este conjunto y alcanzan el 51% si se añaden las estrategias centrípetas unifaciales. Esta mayor especialización, si bien produce una mayor estandarización formal de los núcleos, no está exenta de un alto grado de variabilidad que recae sobre la relación de simetría y de jerarquización entre ambas superficies de cada núcleo.

De este modo, se han podido definir hasta cuatro modalidades diferentes: 1) núcleos asimétricos jerarquizados en donde la cara plana actúa como superficie de lascado preferencial; 2) núcleos asimétricos jerarquizados en donde la cara convexa se corresponde con la superficie de lascado preferencial; 3) núcleos asimétricos no jerarquizados, y 4) núcleos simétricos no jerarquizados (o concepto discoide). A estas modalidades es preciso añadir los núcleos centrípetos que presentan una tercera superficie intervenida, así como los núcleos asimétricos jerarquizados en donde se puede observar negativos que indican la extracción de productos preferenciales (concepto Levallois).

2.- Presencia de núcleos jerarquizados, similares a los *Simple Prepared Cores (SPC)* (Bolton, 2015; White and Ashton, 2003), que suponen una innovación con respecto a los conjuntos anteriores, y que en la secuencia de Gran Dolina hasta ahora se asumían en exclusividad para TD10.1 (de Lombao-Hermida et al., 2020). Dentro de éstos, destacan cinco núcleos que presentan varios de los parámetros técnicos definidos por Boëda (1994; 1990; 2013) en su caracterización del método Levallois. Su concepción volumétrica está estructurada a partir de dos superficies de convexidad opuesta, produciéndose una organización jerárquica entre ellas, que se mantiene constante a lo largo de la secuencia de reducción. La superficie de lascado se caracteriza por presentar extracciones profundas que discurren generalmente de forma paralela o subparalela al plano de intersección, aunque en algunos casos estos ángulos pueden ser más abiertos, llegando a secantes.

La superficie de lascado preferencial presenta convexidades bilateral y próximo-distal. Sin embargo, su preparación es mínima y poco frecuente, ya que generalmente se aprovecha la propia morfología de soporte, ya sea de forma natural o la obtenida con extracciones previas no predeterminantes.

La superficie de percusión, por su parte, presenta extracciones menos invasivas, así como una relación angular entre la superficie de percusión y el plano de intersección que oscila entre simple y abrupta. Estas extracciones están orientadas a generar planos de percusión adecuados

que en la gran mayoría de casos no están preparados, por lo que la preparación de plataformas es muy somera. Se discutirá más adelante el significado e interpretación de esta variabilidad.

3.- Otro elemento característico es la presencia de un elevado número de núcleos englobados dentro del grupo de los estadios iniciales, que suponen un 15.6% del conjunto. Estos núcleos se caracterizan por presentar pocas extracciones. Sin embargo, dadas sus reducidas dimensiones y volumetrías, en la mayoría de los casos no parecen poder vincularse a testeos de la materia prima. No obstante, el uso preferencial de lascas de pequeño tamaño como soporte para estos núcleos parece indicar que se trata de aprovechamientos oportunistas de materia prima, en algunos casos con la intención de obtener lascas de tipo *kombewa*.

Si bien es cierto que el uso de lascas de sílex neógeno como soportes para la explotación se ha identificado en la sierra de Atapuerca desde TD6 (Mosquera et al., 2018), esto es debido a que esta litología está disponible en forma de grandes bloques cuyas dimensiones pueden llegar a ser métricas (García-Antón, 2016), por lo que la única forma posible de gestionar esta materia prima es mediante la obtención de lascas y fragmentos para su explotación posterior. El elemento diferenciador en TD10.2 es la explotación de lascas de pequeño formato para obtener más productos.

Estos productos, denominados *flaked flakes* (Ashton et al., 1991) o *Core-on-flakes* (COFs) (Bourguignon et al., 2004; Faivre, 2011; Mathias et al., 2020; Rios-Garaizar et al., 2015) pueden interpretarse como núcleos o como herramientas retocadas cuyo bajo grado de estandarización impide cualquier adscripción tipológica (Ashton et al., 1991). La identificación de este tipo de núcleos especialmente en conjuntos del Paleolítico Medio ha llevado a la definición de procesos de explotación ramificados (Bourguignon et al., 2004), conocidos también como “*branched reduction process*” (Soriano and Villa, 2017) o “*dendritic chaîne opératoire*” (Lazuén and Delagnes, 2014), aunque también se han identificado en conjuntos del Paleolítico Inferior (Ashton et al., 1991). Otros autores (Mathias et al., 2020) han profundizado en este concepto, distinguiendo entre procesos ramificados y procesos integrativos en función de si existe o no una explotación orientada a la producción de soportes lascares con unas características determinadas para su explotación ulterior.

En el caso de TD10.2 es necesario un estudio del conjunto completo para poder definir el carácter integrativo o ramificado de estas producciones. En cualquier caso, la ausencia de doble pátina en la superficie de estos núcleos no permite observar un lapso temporal entre las fases de producción de la lasca y la fase de explotación de la misma, por lo que no podemos hablar de reciclaje en sentido estricto. Por otro lado, estos procesos de explotación parecen estar orientados a la obtención de productos de pequeño formato, independientemente del contexto (Mathias et al., 2020). Además, la existencia de este tipo de núcleos indica que

prácticamente cualquier matriz podría servir para la obtención de lascas, independientemente de las condiciones morfovolumétricas y del potencial que presente.

4.- Otro elemento diferenciador, con respecto a las subunidades inferiores de TD10, es la relativa abundancia de estrategias multipolares ortogonales dentro del conjunto de TD10.2, que suponen el 13% del total de núcleos. Este tipo de estrategias, virtualmente ausentes en los conjuntos de TD10.3 y TD10.4, son relativamente frecuentes también en TD6.2 (21.3%). Sin embargo, de nuevo nos encontramos grandes diferencias entre estas estrategias, ya que en TD6.2 estos núcleos son el resultado de la aplicación de múltiples series de unas pocas extracciones unipolares longitudinales en cada cara sin un esquema bien definido, generando morfologías irregulares y cuya explotación está regida por las características morfológicas y dimensionales de los soportes de partida, de tal manera que la explotación continúa en aquellos sectores del núcleo que presentan relaciones angulares ligeramente inferiores a 90° (Lombao et al., 2021b).

En cambio, en TD10.2 esta explotación se realiza sobre múltiples superficies contiguas, manteniendo una disposición ortogonal entre las superficies de explotación y de percusión, aprovechando los negativos de extracciones previas como plataforma de percusión de las siguientes extracciones, intercambiando el rol de cada superficie a lo largo de la secuencia. Si bien las series por cara son relativamente cortas, se ha documentado la preparación de plataformas de percusión mediante extracciones marginales en algunos casos, mientras que en otros se prepara una plataforma mediante una extracción muy invasiva en los momentos iniciales de la secuencia, seguido de sucesivas series perpendiculares de extracciones. Estos núcleos, además, presentan un menor volumen remanente, lo que puede indicar un mayor grado de agotamiento volumétrico.

Por lo tanto, el campo operativo identificado en TD10.2 representa un cambio por especialización (*sensu* Vaquero, 1999) con respecto a las subunidades TD10.3 y TD10.4, sin producirse una ruptura total en las dinámicas de explotación entre las distintas unidades. Esta especialización se manifiesta en TD10.2 en el papel más relevante de las estrategias centrípetas dentro de las opciones técnicas disponibles, que se acompaña de una estrategia de aprovechamiento de soportes pequeños para la producción de lascas junto con la presencia de núcleos multipolares ortogonales, mientras el resto de las estrategias identificadas (unipolares longitudinales, bifaciales ortogonales...) representan porcentajes minoritarios (Figura 5.5).

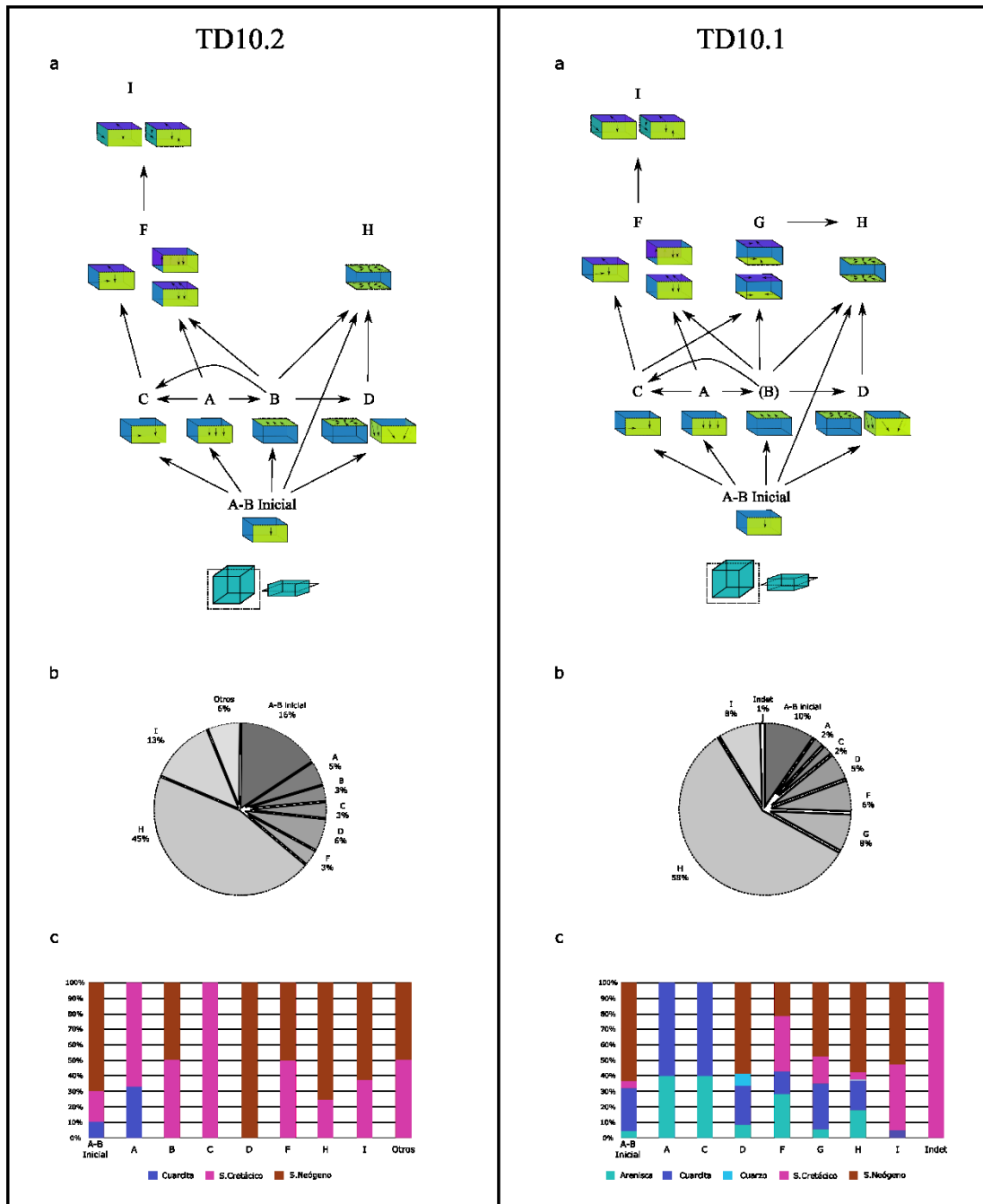


Figura 5.5. a) Esquema del campo operativo, b) Frecuencia porcentual de cada VSE dentro del conjunto, c) Frecuencia porcentual de cada litología por VSE.

Es una especialización generalista, en el sentido de que las estrategias centrípetas se aplican a diferentes formatos y litologías (nódulos y lascas de sílex neógeno y sílex cretácico) y que la presencia de las diversas modalidades identificadas no implica necesariamente una correspondencia entre modalidad y método (Vaquero, 2011), sino que parecen ser el reflejo de la aplicación recurrente de unos mismos gestos técnicos sobre formatos diferentes.

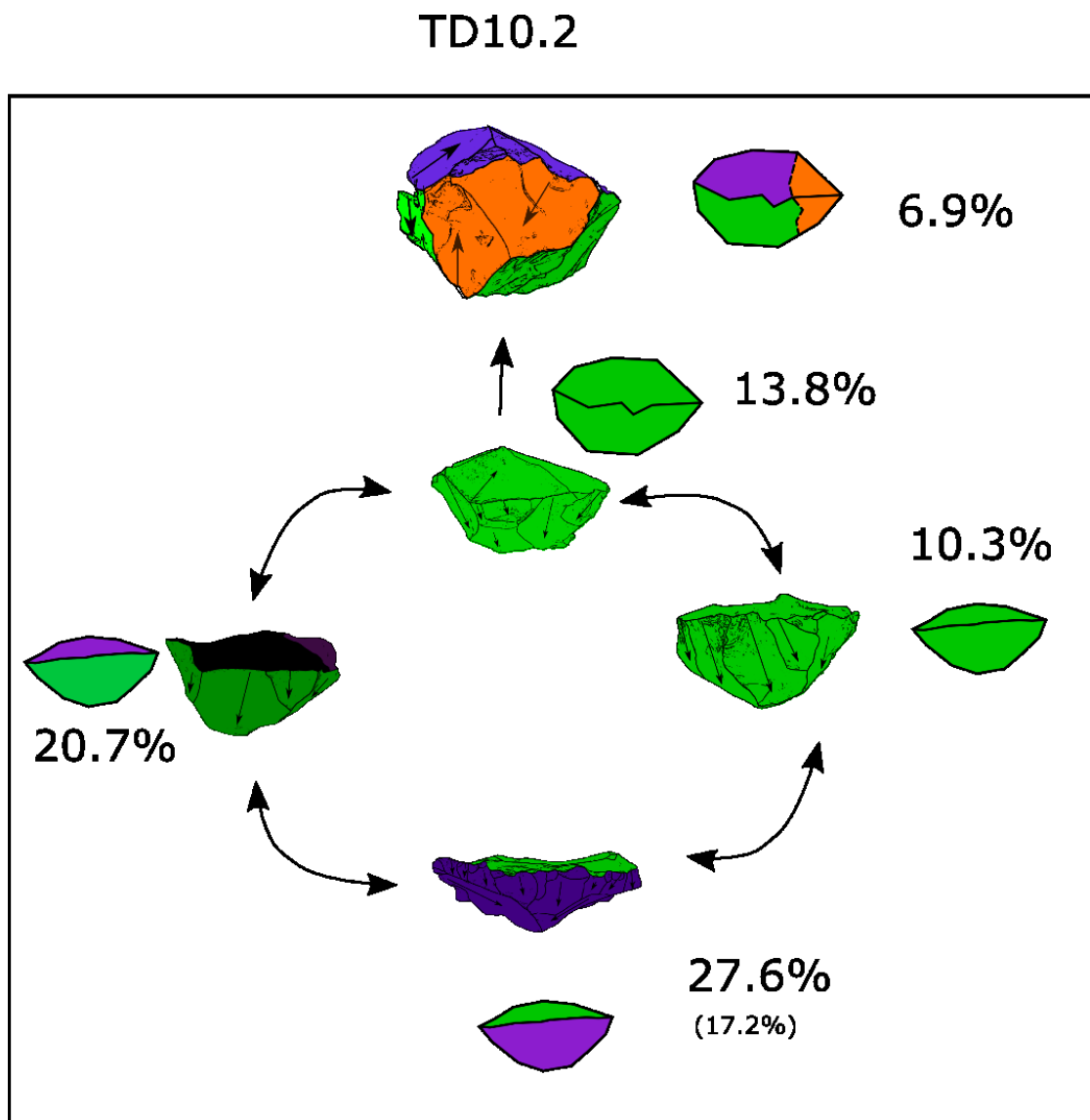


Figura 5.6. Esquema de campo operativo de la VSE H en TD10.2. Los núcleos dibujados se corresponden con núcleos reales. Los porcentajes reflejan la frecuencia de cada modalidad con respecto a los núcleos adscritos a la VSE H. El porcentaje entre paréntesis indica la frecuencia de núcleos con extracciones preferenciales.

De este modo, no se observa en la mayoría de los núcleos el principio de homotecia o reducción isométrica identificado en otros métodos más complejos como el Levallois recurrente (Boëda et al., 2013). Es decir, a lo largo de la secuencia de reducción se producen cambios morfológicos de forma discontinua, lo que implica que no hay una búsqueda del mantenimiento estricto de las condiciones morfovolúmetricas de los núcleos. Esto explica las relaciones de fluidez entre las distintas modalidades identificadas pasando de modalidades simétricas a asimétricas en función de los cambios morfológicos que se van produciendo a lo largo de la secuencia (Figura 5.6).

Además de estas innovaciones en lo que respecta a las dinámicas de explotación, se han documentado otras innovaciones tecnológicas en esta subunidad TD10.2:

5.- En las estrategias de configuración, desciende la frecuencia de grandes instrumentos (especialmente bifaces), caracterizados por una menor estandarización formal con respecto a niveles más antiguos, no sólo con respecto a TD10, sino también con respecto a Galería.

6.- Los procesos de configuración se centran en la producción de herramientas sobre lascas de pequeño formato (Ollé et al., 2013, 2016a).

7.- Aparecen elementos técnicos, como el uso de retocadores óseos (Rodríguez-Hidalgo et al., 2013).

Estas novedades tecnológicas van en paralelo de cambios en las estrategias de subsistencia:

8.- Primera evidencia de caza masiva comunal especializada en bisonte, que implica un elevado grado de organización y cohesión social (Rodríguez-Hidalgo et al., 2017).

Los cambios en las dinámicas de explotación parecen indicar, por tanto, un cambio conductual orientado hacia un aprovechamiento más intenso de la materia prima, que se manifiesta tanto a través del incremento en la longitud de las secuencias de reducción mediante la recurrencia, como de una mayor productividad de estas secuencias, que implican un mayor agotamiento volumétrico de los soportes.

De este modo, algunos estudios experimentales (Muller and Clarkson, 2016) apuntan a que es con la generalización de los métodos discoidales cuando se produce el mayor incremento proporcional de la eficiencia en la producción de filos cortantes, definida como la relación entre la longitud del filo por gramo de núcleo original. De esta forma, la generalización de estrategias centrípetas caracterizadas por una gran variabilidad formal podría tener relación con una conducta orientada a la explotación más eficiente de la materia prima, sin la necesidad de requerimientos técnicos excesivamente complejos.

El mayor aprovechamiento de la materia prima se refleja no sólo en la aplicación de estrategias de talla multifaciales multipolares y/o en el uso de lascas de pequeño-mediano formato para la obtención de productos, sino también a través del volumen remanente y dimensiones de los núcleos, considerablemente inferiores en comparación con los conjuntos de TD10.3 y TD10.4.

En este contexto de aprovechamiento más intenso, la selección especializada de sílex se podría deber tanto a su mayor productividad con respecto a otras materias primas (Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2017, 2014), como a la importancia de las actividades de corte y procesamiento en un contexto de acceso primario a la biomasa (Rodríguez-Hidalgo et al., 2017; Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez, 2014).

El conjunto *Lower* TD10.1 presenta, a su vez, algunos elementos que suponen innovaciones con respecto a los demás conjuntos de TD10, otros elementos diferenciadores que no implican necesariamente una innovación y otros aspectos comunes con respecto a TD10.2.

Dentro de las continuidades tecnológicas destacan las referidas al campo operativo. Las estrategias de explotación identificadas en TD10.1 son muy similares a las identificadas en TD10.2 (Figura 5.5). De este modo, la frecuencia de núcleos centrípetos es todavía mayor en este conjunto (58% los centrípetos bifaciales y 64% los bifaciales y unifaciales) y reflejan la misma variabilidad, abarcando desde estrategias discoidales hasta núcleos tipo-Levallois. De hecho, las proporciones de cada una de estas modalidades se mantienen similares entre TD10.2 y TD10.1 (Figura 5.7).

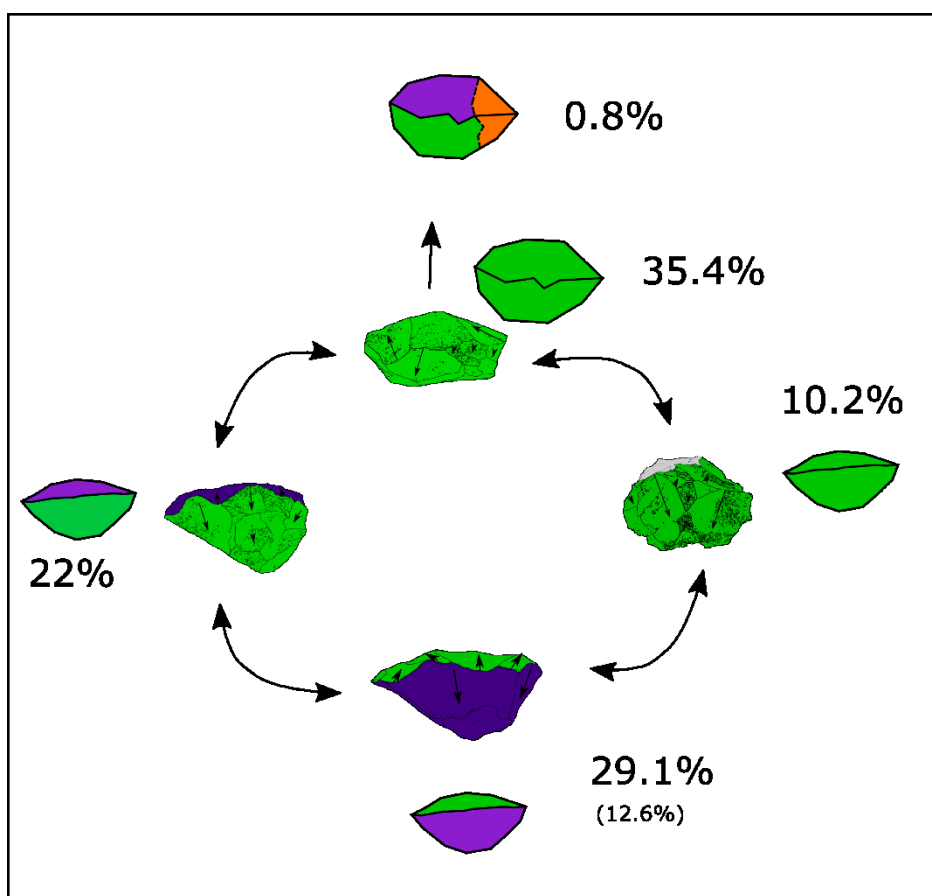


Figura 5.7. Esquema del campo operativo de la VSE H en TD10.1. Los núcleos dibujados se corresponden con núcleos reales. Los porcentajes reflejan la frecuencia de cada modalidad con respecto a los núcleos adscritos a la VSE H. El porcentaje entre paréntesis indica la frecuencia de núcleos con extracciones preferenciales.

Del mismo modo, los núcleos tipo-Levallois presentan las mismas características técnicas, entre las que destaca la ausencia o escasa preparación de las convexidades latero-distales y la

escasa preparación de plataformas (de Lombera-Hermida, 2020; de Lombera-Hermida et al., 2020; Menéndez and Vaquero, 2015).

Además, se mantiene la tendencia de un incremento en la frecuencia y diversidad en la producción de herramientas retocadas sobre lasca de pequeño formato, en detrimento de los grandes configurados, especialmente aquellos realizados sobre soportes lascas (de Lombera-Hermida et al., 2020).

Con respecto a los elementos diferenciadores que suponen cambios, pero que pueden ser debidos a las características particulares del modelo de ocupación reflejado en el *lower* TD10.1, destaca la gran diversificación y gestión selectiva registrada en el uso de la materia prima. Esto se refleja en el uso de cuatro variedades litológicas predominantes (sílex neógeno, sílex cretácico, cuarcita y arenisca), mientras que otras litologías como el cuarzo o la caliza tienen papeles secundarios. Estudios previos apuntan a que estas estrategias de abastecimiento dirigidas y planificadas en función de la oferta litológica del entorno de la sierra de Atapuerca, implicarían un elevado grado de anticipación y conocimiento del territorio (de Lombera-Hermida, 2020).

Por otro lado, destaca la aplicación de las diferentes estrategias bifaciales centrípetas (predeterminantes o no), no sólo en las variedades de sílex sino también en la arenisca y cuarcita, algo que no se ha registrado en las subunidades inferiores de TD10, aunque esto podría estar condicionado por la especialización en el sílex en el caso de TD10.2. En cualquier caso, esto refleja un gran conocimiento de las características de fractura de estos materiales y la capacidad de superar las diferentes constricciones morfológicas, cualitativas y dimensionales en lugar de adaptarse a ellas.

Además, se produce una mayor diversificación con respecto a otras estrategias representadas, ya que se ha documentado una mayor frecuencia de estrategias ortogonales u opuestas sobre formatos muy planos, que, si bien en algunos núcleos las extracciones pueden acabar mostrando una tendencia centrípeta, en realidad se corresponden con series de explotación más cortas, en donde no hay una gestión desde la periferia de la superficie del núcleo, como en el caso de los núcleos estrictamente centrípetos.

Por último, con respecto a aquellos aspectos tecnológicos que suponen innovaciones en la secuencia de TD10, de Lombera-Hermida (2020) señala los siguientes:

- 1.- Generalización de elementos como los útiles compuestos o los retocadores óseos, que pasarían a estar completamente integrados en la estructura tecnológica de estos grupos humanos.

2.- Aparición de estrategias tecnológicas basadas en materiales óseos, así como reciclaje de elementos tanto líticos como óseos.

3.- Pese a la ausencia de elementos que permitan la identificación de espacios estructurados (como por ejemplo las estructuras de combustión), estudios previos (Blasco, 2011; López-Ortega, 2020; López-Ortega et al., 2017, 2011) han documentado cierta organización espacial en el uso de la cueva, documentando zonas de talla y actividad localizadas en las proximidades a puntos de luz y situadas en los márgenes del área de ocupación. Sin embargo, este punto no puede considerarse como una innovación en sentido estricto, hasta que finalicen los estudios espaciales de los niveles y subunidades inferiores.

4.- Cambios en las estrategias de subsistencia, como la existencia de patrones cinegéticos recurrentes, consumo de un mayor abanico de presas y evidencias que indican un acceso primario a estas presas, que permiten posicionar a estos homínidos como superdepredadores dentro del ecosistema de la sierra de Atapuerca (Blasco, 2011; Blasco et al., 2013; Rodríguez-Hidalgo, 2015; Rodríguez-Hidalgo et al., 2015; Rodríguez et al., 2011). No obstante, la caza comunal especializada y sistemática ha sido documentada en TD10.2, lo que supone que estos grupos humanos ya poseían unas capacidades de planificación y organización social más complejas (Rodríguez-Hidalgo et al., 2017).

5.1.3.2 Galería

En la secuencia arqueostratigráfica correspondiente a las unidades GII y GIII de Galería se pueden observar unas ciertas características comunes:

En lo relativo a la frecuencia de las materias primas a nivel de conjunto, destaca el predominio del sílex neógeno, que representa en torno a un 50% en las diferentes subunidades. Con respecto a otras litologías, si bien hay ligeras oscilaciones en cuanto al porcentaje que representa cada una en cada subunidad, mantienen una representación similar. La cuarcita es la segunda materia prima mejor representada, seguida de la arenisca, mientras que el resto de litologías representan porcentajes inferiores al 10% (García-Medrano, 2011; García-Medrano et al., 2014).

En GIIa se han recuperado únicamente núcleos realizados en sílex cretácico, sílex neógeno y cuarcita. Sin embargo, el uso de otros materiales como la arenisca y la caliza para la producción de grandes configurados sobre canto o la presencia de un retocado en cuarzo (García-Medrano et al., 2014) evidencian el uso de estas litologías.

A partir de GIIb en adelante, los núcleos recuperados están realizados sobre una mayor variedad de materias primas. Destacan la arenisca, cuarcita, sílex neógeno y sílex cretácico en

proporciones variables, pero ahora acompañada en ocasiones por otros núcleos realizados en caliza, cuarzo y esquisto, sin detectar grandes cambios diacrónicos en lo que respecta a la frecuencia de las distintas litologías.

Este conjunto se caracteriza por una elevada fragmentación de las cadenas operativas (García-Medrano, 2011), reflejado en la baja presencia de remontajes y en la representación diferencial de categorías estructurales en función de la materia prima, con una mayor sobrerrepresentación de herramientas retocadas, lascas de pequeño y mediano formato y bases naturales (Ollé et al., 2013). Esta fragmentación de las cadenas operativas se mantiene constante a lo largo de la secuencia. Su causa parece ser la naturaleza de las ocupaciones, así como la funcionalidad del yacimiento (García-Medrano, 2011), lo que muestra una alta movilidad y probablemente una ruta “*outside-inside-outside*” de estos materiales (García-Medrano et al., 2017, 2014).

En lo que respecta a la selección de formatos específicos en función del objetivo, los volúmenes estimados, las dimensiones finales y las remanencias corticales indican una selección de soportes de mayor tamaño para la producción de grandes instrumentos sobre canto, con respecto a los escogidos para la explotación. Esta tendencia se cumple en prácticamente todas las subunidades analizadas, a excepción de la subunidad GIIIa, en donde los volúmenes estimados de los grandes configurados son sensiblemente inferiores a los núcleos sobre canto/nódulo. Sin embargo, a diferencia de las unidades basales de TD10 (TD10.4 y TD10.3), no hay una selección de soportes con menor espesor en comparación con los núcleos, e incluso en el caso de la cuarcita, tanto los configurados sobre canto como los núcleos realizados en esta litología presentan los mayores espesores dentro de los conjuntos.

Estudios previos (García-Medrano, 2011) apuntan a una tendencia a mayor uso de núcleos sobre lasca en detrimento de aquellos sobre canto/nódulo. Sin embargo, al incorporar los materiales que se han recuperado en las últimas campañas (2011-2019), los datos apuntan a que no se produce tal tendencia, ya que las proporciones se mantienen relativamente constantes entorno al 50%. En general, los núcleos sobre canto/nódulo se realizan sobre materiales fluviales y sílex cretácico, mientras que los núcleos sobre lasca están asociados al sílex neógeno. Sin embargo, es cierto que a partir de GIIb en adelante, aparecen los primeros núcleos sobre lasca realizados en otros materiales (p. ej. cuarcita, arenisca y sílex cretácico).

En las estrategias de explotación sí se pueden documentar cambios diacrónicos de mayor entidad que discurren de forma paralela al mantenimiento de algunas características comunes. Las continuidades se reflejan en la adecuación en la aplicación de las estrategias de talla en función de la materia prima y tipo de soporte. De este modo, a lo largo de la secuencia los cantos de cuarcita tienden a explotarse de forma unipolar longitudinal, el sílex cretácico presenta una gran diversidad de estrategias ortogonales muy poco estandarizadas y el sílex

neógeno presenta cierta variabilidad en las estrategias de talla en función del tipo y de la morfología del soporte, abarcando desde estrategias unipolares longitudinales hasta estrategias centrípetas.

Los cambios diacrónicos se pueden observar en las frecuencias de las estructuras volumétricas identificadas. De este modo, el conjunto de núcleos recuperados en GIIa se caracteriza por una amplia variabilidad formal, predominando esquemas unipolares longitudinales y ortogonales que se distribuyen de forma diferencial en función de la materia prima. Así, los núcleos de sílex cretácico presentan estrategias ortogonales sobre dos o más caras. En general estos esquemas de talla parecen estar vinculados al tamaño reducido de los soportes y se pueden corresponder a momentos iniciales o finales de la secuencia de reducción. En cambio, los núcleos de sílex neógeno y de cuarcita se explotan de forma unipolar longitudinal. Sólo se ha documentado un núcleo que presenta una cierta tendencia centrípeta, aunque muy poco estandarizado. En GIIb se produce un cambio por especialización (*sensu* Vaquero, 1999), de forma similar a lo registrado en la secuencia de TD10, a favor de estrategias bifaciales centrípetas, que pasan a ser las más representadas dentro del conjunto. Este proceso de especialización alcanza su culmen en GIIIa, en donde se produce un incremento porcentual de este tipo de estrategias. Sin embargo, en la subunidad superior (GIIIb) este proceso se invierte, produciéndose de nuevo un campo operativo caracterizado por una gran variabilidad de estructuras volumétricas, en donde las estrategias centrípetas pierden peso en favor de estrategias unipolares longitudinales.

Los cambios en la representación de las estrategias de talla no están acompañados por cambios en la frecuencia de las distintas litologías o tipo de soporte, lo que implica la generalización de las estrategias centrípetas sobre una diversidad mayor de soportes y materias primas, especialmente en GIIIa, en donde se aplican tanto a cantos y nódulos como a lascas de diferentes litologías, mostrando un mayor grado de independencia respecto a las condiciones morfo-volumétricas impuestas por los soportes de partida.

Además, en la subunidad GIIIa este tipo de estrategias muestran un mayor grado de variabilidad y complejidad técnica que en los niveles inferiores, ya que se han registrado cuatro modalidades diferentes entre las que destaca la presencia de dos núcleos discoides, en los que se observa un mantenimiento de las convexidades de las superficies mediante la realización de extracciones centrípetas y cordales alternantes.

En esta subunidad también se han identificado núcleos con algunas características Levallois o tipo-Levallois, similares a los documentados en TD10.2 y TD10.1 y con los que comparten la organización volumétrica estructurada a partir de dos superficies opuestas asimétricas, correspondiéndose la cara más plana a la superficie de lascado, mientras la cara convexa se

corresponde con la superficie de percusión. Curiosamente, la mayor parte de este tipo de núcleos en ambos yacimientos comparten la ausencia de preparación de la plataforma de percusión y la presencia de configuración de las convexidades bilaterales y distales de la superficie de lascado mediante series de extracciones marginales.

En lo referente a los grandes instrumentos, estudios previos (García-Medrano, 2011; García-Medrano et al., 2014, 2015; Ollé et al., 2013, 2016a) apuntan a un paulatino incremento en la presencia de grandes instrumentos sobre lasca, en detrimento de los grandes configurados sobre canto. De este modo, mientras en la subunidad basal de GII, entorno al 70% de estos grandes instrumentos están realizados sobre canto, el panorama cambia significativamente en las subunidades superiores, llegando los grandes instrumentos sobre lasca a proporciones del 70% en las subunidades GIIIa y GIIIb (García-Medrano, 2011).

Desde el punto de vista tipológico, teniendo en cuenta tanto los grandes instrumentos sobre canto como sobre lasca, el morfotipo mejor representado es el bifaz, seguido de hendedores, *choppers* y *chopping tools*, cuyas proporciones oscilan entre las distintas subunidades sin poder encontrar una tendencia diacrónica clara (García-Medrano, 2011).

A diferencia de Gran Dolina TD10, los procesos de generalización de estrategias bifaciales centrípetas, e incluso de aparición de estos SPC, no se acompañan ni de una menor frecuencia porcentual de grandes instrumentos, ni de una disminución en el tamaño de los núcleos. A nivel volumétrico, mientras en los núcleos sobre lasca no se aprecia ninguna tendencia diacrónica clara, los núcleos sobre canto o nódulo muestran un aumento progresivo en el volumen remanente a medida que se avanza en la secuencia, lo que puede ser indicativo de un menor grado de agotamiento de los mismos.

5.1.4 El contexto tecnológico en la Europa achelense de 500ka

Como se ha referido anteriormente, el registro arqueológico europeo entre 900-500ka es escaso y geográficamente disperso. Sin embargo, a partir de los 500ka, se produce un incremento en el número de yacimientos a lo largo y ancho de todo el subcontinente europeo (Ashton and Lewis, 2012; Hosfield, 2020; Mosquera et al., 2013; Roebroeks and van Kolfschoten, 1995). Estos yacimientos abarcan regiones septentrionales, como Gran Bretaña, con un aumento significativo de yacimientos entre el MIS15 y MIS 11 (Ashton and Davis, 2021), destacando Brandon Fields (MIS 14-13), High Lodge, Happisburgh S1, Boxgrove (MIS 13), Barnham, Clacton, Hoxne, Swanscombe y Beeches Pit (MIS 11), entre otros. En el centro europeo nos encontramos algunos yacimientos como Schöningen y Bilzingsleben (MIS 11) en Alemania, Korolevo (nivel VI) en Ucrania y Vérteszölös en Hungría (Conard et al., 2015;

Harmon et al., 1980; Koulakovska et al., 2010; Schwarcz et al., 1988; Thieme, 1997; Valoch, 1995).

En Francia, se han localizado múltiples yacimientos, entre los que destacan Cagny la Garenne I y II, Menez-Dregan, Terra Amata y La Noira (*stratum c*) (de Lumley, 2015; Lamotte, 1995; Moncel et al., 2021; Ravon et al., 2016; Ravon, 2019; Valensi et al., 2011). Algunos de estos yacimientos presentan secuencias arqueostratigráficas largas, como La Noira (Despriée et al., 2015; Moncel et al., 2021, 2013, 2016, 2020b), Caune de l'Arago (Barsky, 2013; Barsky et al., 2019; Byrne, 2004), y Orgnac 3 (Moncel et al., 2011, 2012), cronológicamente más reciente. Más al sur, en la península itálica nos encontramos con yacimientos como Guado San Nicola, Notarchirico, Torre Pietra, Castel di Guido, Ficoncella o Cimitero di Atella (Abruzzese et al., 2016; Aureli et al., 2012; Michel et al., 2008; Moncel et al., 2020c, 2016; Peretto et al., 2016; Santagata et al., 2020; Villa et al., 2016). En la península ibérica, destacan los yacimientos de Gran Dolina, Galería, Sima de los Huesos y Sima del Elefante (Atapuerca), Torralba, Ambrona, La Cansaladeta y Bolomor, así como los conjuntos achelenses de las terrazas medias del Tajo (p.ej. Pinedo), del Manzanares (San Isidro), del Jarama (Arganda I, que incluye los yacimientos de Áridos), y otras regiones y cursos fluviales (de Lombra-Hermida et al., 2020, 2015; Fernández-Peris et al., 2020; García-Medrano et al., 2014; Ollé et al., 2016b, 2016a, 2013; Rubio-Jara et al., 2016; Santonja and Villa, 2006, 1990; Villa, 1990).

En general, los conjuntos del Pleistoceno medio europeo muestran un elevado grado de variabilidad tanto en los LCTs en general, como en los bifaces en particular (Moncel et al., 2015). Esta variabilidad ocurre entre diferentes conjuntos con cronologías similares; por ejemplo, bifaces arcaicos en Caune de l'Arago unidad D y Cagny-la-Garenne I-II, frente a otros más sofisticados, como los recuperados en algunos yacimientos británicos (Ashton, 2008; Ashton et al., 2005; Barsky et al., 2019; Moncel et al., 2020b, 2015), entre los que destacan algunas localidades como Boxgrove y High Lodge (Bed E), que representan conjuntos singulares dada la elevada estandarización morfológica de los bifaces, llevada a cabo a través de procesos de configuración muy largos (García-Medrano et al., 2018).

De este modo, en algunas de estas zonas geográficas no se produce un patrón morfológico o tecnológico claro. Por ejemplo, en los yacimientos de Gran Bretaña, Ashton & Davis (Ashton and Davis, 2021) proponen seis tipos de conjuntos en base a criterios tipológicos y morfológicos, en donde confluyen desde conjuntos sin bifaces (Tipo 4), también conocidos como conjuntos clactonienses, con otros tipos en función de la morfología de los bifaces: ovalados (tipo 5a), apuntados (tipo 5b), tipo *twisted* (tipo 6), etc. Según estos autores, estos conjuntos no representarían una evolución local, sino que se corresponderían con distintas

entradas poblacionales a la isla, generando un mosaico cultural (*sensu* Ashton and Davis, 2021).

En otras regiones geográficas, como la península ibérica, algunos autores plantean una serie de cambios diacrónicos graduales caracterizados por la pérdida de caracteres arcaicos, en favor de morfologías más refinadas con una mayor configuración de las herramientas (Santonja and Villa, 2006). Además, algunos autores apuntan a que el Modo 2 en la península ibérica y en el sur de Francia presenta unas características propias, más similares a los conjuntos achelenses africanos que a sus homólogos europeos (Rubio-Jara et al., 2016; Sharon, 2010), lo que ha llevado a algunos autores a sugerir una vía de entrada a través del estrecho de Gibraltar (Doronichev and Golovanova, 2010; Santonja et al., 2016; Santonja and Pérez-González, 2010; Santonja and Villa, 2006; Sharon, 2011).

Entre estas particularidades destaca el uso de grandes lascas para la producción de bifaces en la península ibérica, como en los yacimientos localizados en la Meseta y en el tramo medio de la cuenca del río Tajo, y en algunas regiones meridionales francesas como las terrazas de los ríos Garonne, Rhône, Roussillon y Tarn (Rubio-Jara et al., 2016; Santonja and Pérez-González, 2010; Turq et al., 2010), lo que podría estar relacionado con las características de las materias primas disponibles (Rubio-Jara et al., 2016).

En este sentido, en conjuntos como Galería se produce un cambio diacrónico a favor de los bifaces sobre lasca en detrimento de aquellos sobre canto (García-Medrano et al., 2014; Ollé et al., 2016a, 2013). Sin embargo, se ha podido documentar una amplia gama de grandes herramientas, desde *choppers* y *chopping-tools*, hasta hendedores y bifaces, siendo la presencia de algunos elementos propios del Modo 1 (*choppers* - *chopping-tools*) constante a lo largo de la secuencia (García-Medrano et al., 2015).

En conjuntos de otras regiones geográficas, como Schöninguen, Bilzingsleben o Vértesszölös destaca la ausencia de bifaces, dando lugar a lo que se conoce como industrias Clactonienses (Breuil, 1932; White, 2000), Tayacienses (Dibble et al., 2006; Peyroni, 1950), cuyo origen más aceptado es que se trate de una variación del Achelense, más que una evolución europea local de los conjuntos del Modo 1 (Ashton et al., 1998, 1994; Lycett and von Cramon-Taubadel, 2008; McNabb, 2007; Monnier, 2006; Mosquera et al., 2013; Ohel, 1979; White, 2000), especialmente teniendo en cuenta la ausencia de conjuntos adscritos al Modo 1 en el registro europeo a partir de 650ka (Mosquera et al., 2013).

Esta variabilidad también ocurre a nivel *intra-site*, en localidades con secuencias arqueostratigráficas largas. Así, yacimientos como La Noira o Caune de L'Aragò muestran un elevado grado de variabilidad en la morfología de los bifaces, sin producirse necesariamente una sofisticación progresiva en su producción a lo largo del tiempo (Moncel

and Schreve, 2016), persistiendo formas de configuración más “arcaicas” en momentos posteriores, como la Unidad I de l’Arago y Orgnac 3. Por último, en algunas secuencias largas se puede observar la intermitencia en la presencia y ausencia de grandes instrumentos, como en Notarchirico (Moncel et al., 2020c, 2019).

Esta variabilidad ha llevado a algunos autores a distinguir entre *Early Acheulean* y *Late Acheulean* en función de la cronología de los conjuntos (Gallotti and Peretto, 2015; Mosquera et al., 2016, 2013), a proponer el término de múltiples achelenses (Moncel and Schreve, 2016) o a restringir o incluso suprimir dicho término debido a la amplitud que abarca (Rocca et al., 2016).

Este breve repaso por el contexto europeo muestra que los bifaces pueden ser un elemento importante dentro del conjunto tecnológico, representar una tecnología marginal o estar totalmente ausentes (Davis and Ashton, 2019). El papel que representa este morfotipo en los conjuntos, así como su variabilidad, pueden estar relacionados con múltiples causas: la disponibilidad de materia prima adecuada para la producción de LCTs (p. ej. Isernia la Pineta, etc), o incluso que las propias litologías disponibles puedan determinar el uso de grandes lascas para la producción de bifaces en el sur (materiales fluviales) y el predominio de uso de nódulos en el norte (sílex). Simultáneamente, otros autores sugieren que esta variabilidad es un subproducto del tamaño de las materias primas y de la intensidad de reducción (McPherron, 2000, 1995, 1994), entre otros factores (García-Medrano et al., 2018).

En cualquier caso, independientemente de las causas de la variabilidad en los bifaces, este escenario evidencia que la tecnología bifacial, si bien es uno de los grandes marcadores del comportamiento tecnológico del Achelense (o por lo menos, de los más reconocibles), no es la única innovación comportamental (Ashton and Davis, 2021), ni es suficiente para caracterizar y describir la variabilidad de estos sistemas técnicos (Rocca et al., 2016).

5.1.5 Aparición de nuevos comportamientos tecnológicos: *Prepared Cores Technologies*

De este modo, durante el período comprendido entre 600-300ka se producen una serie de innovaciones comportamentales que abarcan, desde el uso del fuego (Gowlett, 2016; Roebroeks and Villa, 2011), a la aparición de tecnologías basadas en otros materiales, como la industria ósea (Zutovski and Barkai, 2016) o la madera (Schoch et al., 2015; Thieme, 1997). Estas innovaciones van de la mano de cambios en las estrategias de subsistencia, como la aparición en torno a los 300ka de estrategias de caza organizadas, en yacimientos como Schöningen y Gran Dolina TD10.2 (Blasco et al., 2013; Conard et al., 2015; Rodríguez-

Hidalgo et al., 2017; Thieme, 1997). Además, es en este período cuando aparecen los primeros rasgos anatómicos de los *early Neanderthals* a lo largo del oeste europeo entre los 600-450ka (Arsuaga et al., 2014; Bischoff et al., 2007; Green et al., 2010; Hublin, 1998, 2009; Meyer et al., 2016; Orlando et al., 2006; Stringer, 2012)

Dentro de estas innovaciones tecnológicas que caracterizan este proceso de “neandertalización”, es durante este período (MIS 12-MIS 9) cuando aparecen las primeras evidencias de las *Prepared Core Technologies (PCT)* o secuencias de reducción jerarquizadas. Entre ellas, destacan especialmente las estrategias que siguen el concepto Levallois. Sin embargo, a partir del MIS 12 aparecen en algunos yacimientos de Europa una serie de núcleos que, si bien presentan algunas características del método Levallois, no cumplen todos los criterios establecidos por Boëda (1994; 1990) para hablar de método Levallois en sentido estricto. Estas estrategias son conocidas por un gran número de denominaciones como proto-Levallois (Harding et al., 2012), pre-Levallois, *Simple Prepared Cores (SPC)* (Bolton, 2015; Roe, 1981; White et al., 2011; White and Ashton, 2003; Wymer, 1968), “*recurrent non-Levallois technique*”, (Ameloot-Van der Heijden, 1993), “*central surface cores*” (Barzilai et al., 2006), “*cores with two surfaces perpendicular to each other with hierarchy*” (Malinsky-Buller, 2016; Malinsky-Buller et al., 2011b, 2011a) y “*preferential surface debitage system*” (Zaidner, 2014), entre otros. La aparición de estos núcleos jerarquizados es considerada como uno de los marcadores de la transición entre el Paleolítico Inferior y Medio, o del Modo 2 al Modo 3 (Clark, 1969). De acuerdo con los planteamientos propuestos por White & Ashton (2003), preferimos emplear el término *Simple Prepared Cores (SPC)* o tipo-Levallois, con el objetivo de no imprimir una idea preestablecida de evolución.

Los *Simple Prepared Cores* fueron definidos a través del conjunto de Purfleet (324 ka), como una forma relativamente simple y poco refinada de *Prepared Core Technology* (White and Ashton, 2003). Estos núcleos se distinguen de otras formas de PCT, como los núcleos Levallois, en que, si bien muestran ciertos criterios compartidos con estos últimos, carecen de preparación y mantenimiento de las convexidades latero-distales (Scott and Ashton, 2011; White et al., 2011; White and Ashton, 2003).

Si bien el concepto de *Simple Prepared Cores* se ha utilizado generalmente en el ámbito anglosajón para describir conjuntos como Purfleet, Frindsbury o el yacimiento belga de Kesselt-Op de Schans (Van Baelen, 2014; White and Ashton, 2003), entre otros (ver Bolton, 2015), existen otros conjuntos de este rango cronológico que presentan núcleos con características similares.

Así, tanto en el oeste europeo, conjuntos como Cagny-la-Garenne I y II, atribuidos al MIS 12 (ESR 400 ± 101 ka), Guado San Nicola (400-345 ka), la secuencia de Orgnac 3, -cuyo rango

cronológico abarca aproximadamente desde 320-260ka en los niveles inferiores hasta los 298 ± 55 ka en los niveles superiores-, Cave dall'Olio (MIS 9), Saint-Pierre-lès-Elbeuf (MIS 11), TD10.1 de Gran Dolina, Ambrona (>350ka) y Áridos; como los localizados en zonas de la Europa centro-oriental, como Korolevo (L15-17) y Wallendorf, se ha documentado la presencia de núcleos con rasgos Levallois o tipo-Levallois (Adamenko and Gladiline, 1989; Cliquet et al., 2009; de Lombera-Hermida et al., 2020; Fontana et al., 2013; Mania, 1995; Michel et al., 2013; Moncel et al., 2021, 2020a; Ollé et al., 2013, 2016a; Pereira et al., 2016; Peretto et al., 2016; Santonja and Villa, 2006).

Moncel y colegas (2020a) han realizado una revisión de algunos de estos conjuntos y apuntan a una serie de rasgos en común de estas piezas:

- 1.- Los núcleos se estructuran volumétricamente sobre un plano de intersección con dos superficies asimétricas jerárquicamente relacionadas (superficie de lascado - superficie de percusión).
- 2.- Las superficies de lascado muestran un mantenimiento de las convexidades periféricas (distal y lateral), mediante extracciones marginales o profundas respecto al plano de intersección.
- 3.- Las plataformas son normalmente planas, pero en ocasiones aparecen facetadas.
- 4.- Existe una selección de materias primas de buena calidad, así como de las morfologías más adecuadas, que permiten reducir las fases de acondicionamiento y configuración.
- 5.- Se documenta un predominio de esquemas unipolares y bipolares, que dominan sobre los esquemas centrípetos y lineales.
- 6.- En algunos núcleos se emplean lascas como soporte, con evidencias de fragmentación de las cadenas operativas. Otros núcleos también muestran un retoque final, o series de pequeños levantamientos en una sección corta de la periferia de la superficie de lascado, quizás para reorientar su uso como herramienta o para una explotación futura.
- 7.- En general, hay poca presencia de lascas predeterminadas en los conjuntos líticos, probablemente debido a un alto grado de movilidad de estos productos.

En TD10.1 algunos núcleos comparten ciertos puntos con respecto a estos conjuntos europeos, siendo los elementos que difieren con respecto al método Levallois en sentido estricto los siguientes: escasa preparación de las convexidades latero-distales y escasez de una preparación intensa de la plataforma de percusión para la extracción preferencial, limitada muchas veces a la creación de la plataforma, sin documentar la preparación de cornisa posterior (de Lombera-Hermida, 2020; de Lombera-Hermida et al., 2020; Menéndez, 2010). Como hemos visto, estas

características son comunes en algunos núcleos de TD10.1, TD10.2 y GIIIa. No obstante, en estos tres conjuntos se puede observar la presencia -muy minoritaria- de núcleos que presentan extracciones predeterminantes orientadas a generar las convexidades latero-distales de la superficie de lascado e incluso plataformas de percusión facetadas, lo que muestra un comportamiento tecnológico no completamente estandarizado.

Por lo tanto, cabe preguntarse si estos núcleos reflejan métodos realmente predeterminados con el objetivo de extraer lascas con características tipométricas específicas o son el resultado de situaciones de talla accidentales. Para poder evaluar correctamente este aspecto es necesario examinar la relación y frecuencia de este tipo de núcleos con respecto al resto de estrategias y/o métodos representados en los conjuntos. Del mismo modo, es necesario comparar los productos obtenidos a través de este tipo de núcleos con los obtenidos mediante los diferentes métodos identificados en cada conjunto.

En GIIIa se han recuperado cuatro núcleos que mantienen una estructura volumétrica tipo-Levallois (16.7% del conjunto de núcleos). Sin embargo, la mayoría carecen de extracciones preferenciales, documentando un único caso que sí parece presentar una clara extracción preferencial (4.2%). En TD10.1 se han documentado 37 núcleos (17.1%) que mantienen estos criterios de asimetría y jerarquización, siendo la cara más plana la superficie de lascado preferencial. De estos, 16 (7.4%) presentan extracciones preferenciales. En TD10.2 se han recuperado 7 núcleos adscritos a esta modalidad (10.9%), de los cuales 5 presentan extracciones preferenciales (7.8%).

No obstante, estos núcleos no son los únicos que mantienen un carácter asimétrico y jerarquizado, ya que se han recuperados núcleos en que la explotación se realiza en la cara más convexa, con porcentajes -con respecto al conjunto de núcleos en GIIIa, TD10.2 y TD10.1- de 4.2%, 12.5% y 12.9%, respectivamente. Estas modalidades parecen responder a organizaciones volumétricas distintas, más semejantes a los núcleos centrípetos unificiales o, incluso, a aquellos núcleos unipolares longitudinales con un marcado desarrollo periférico o perimetral. A su vez, esta última modalidad supone un buen ejemplo de cómo la jerarquización entre las diferentes caras no está necesariamente orientada a la predeterminación de los productos finales, sino que parece ser una respuesta técnica destinada a la obtención de más productos.

Los *Simple Prepared Cores*, por tanto, no desempeñan un rol principal en estos conjuntos, sino que se enmarcan en un contexto técnico de predominio de estrategias centrípetas, marcado por una gran variabilidad formal en la que se ha podido documentar la presencia de núcleos bifaciales discoidales e, incluso, la presencia residual de núcleos trifaciales centrípetos. Estas modalidades pueden ir evolucionando a lo largo de la secuencia de reducción, adaptándose a

los volúmenes resultantes (por ejemplo, los núcleos trifaciales centrípetos) o a las circunstancias de talla específicas, pasando de modalidades simétricas a asimétricas o de modalidades no jerarquizadas a jerarquizadas (y viceversa). Esto se manifiesta en algunos núcleos de forma muy clara, ya que presentan extracciones secantes y no planas con respecto a la superficie de lascado preferencial, lo que indica un posible “*transfer*” entre diferentes modalidades.

Sin embargo, el uso preferencial de soportes lascares y de sílex neógeno limita el análisis del mantenimiento del rol de las superficies a lo largo de la secuencia en estos SPC, ya que la mayoría de los núcleos no presentan superficies corticales, por lo que este criterio no es el más adecuado a la hora de valorar la jerarquización. En este sentido, el análisis tecnológico a través de los remontajes, que se encuentra en curso para TD10.2, podrá confirmar la interconexión entre las distintas modalidades identificadas.

La marcada variabilidad en el volumen remanente y en el grado de reducción inferido de los núcleos centrípetos en estos conjuntos parecen indicar que en algunos casos esta estructuración volumétrica sí se ha mantenido constante desde los momentos iniciales de la secuencia de reducción. Esto es especialmente visible en aquellos núcleos menos reducidos, que, a pesar de encontrarse en estadios de reducción incipientes, ya muestran caracteres técnicos definitorios para cada una de las modalidades.

En ocasiones es difícil distinguir los productos resultantes de estos SPC de los de otros métodos como el discoidal (Bolton, 2015), y especialmente en contextos de alta movilidad de materiales, como en el caso de Galería (García-Medrano et al., 2014). Estudios previos realizados en TD10.1 (de Lombera-Hermida et al., 2020) apuntan a que estos núcleos jerarquizados están orientados a la maximización de la materia prima, en lugar de a la búsqueda formal de productos estandarizados y predeterminados.

En los conjuntos anteriormente citados (Cagny la Garenne I y II, Orgnac 3, etc.) algunos autores apuntan a que los núcleos tipo-Levallois no parecen ser subgrupos de otras estrategias o métodos representados en los conjuntos, ya que no se ha podido documentar evidencias de mantenimiento de sus convexidades latero-distales (Moncel et al., 2020a). Estos conjuntos, además, muestran una marcada variabilidad en las estrategias de talla representadas. De este modo, mientras en Guado de San Nicola, Cave dall’Ollio y Orgnac 3 se produce un predominio de estrategias centrípetas no jerarquizadas entre las que destacan las discoidales, en otros conjuntos como Cagny la Garenne I y II las estrategias unipolares y unipolares convergentes son las mejor representadas. Así, Moncel y colegas (2020a) sugieren que estos núcleos jerarquizados reflejan cambios tecnológicos en lugar de ser elementos fortuitos.

5.1.5.1 Origen *Simple Prepared Cores*

Si la presencia de estos SPC refleja cambios en la estructura tecnológica de los homínidos cabe preguntarse por la naturaleza de estos cambios (progresivos-abruptos), así como su posible origen u orígenes. En este sentido, el registro correspondiente al Pleistoceno medio final del oeste europeo muestra un panorama complejo que refleja a su vez la complejidad de la transición Modo 2-Modo 3.

Por ejemplo, en la península ibérica, se produce una coexistencia entre los conjuntos denominados *Early Middle Paleolithic*, que aparecen en torno al MIS 10-9 en yacimientos como Bolomor, Cueva del Ángel, Ambrona y Cuesta de la Bajada, entre otros (Barroso Ruíz et al., 2011; Fernández-Peris et al., 2020; Mosquera, 1995; Santonja et al., 2014; Terradillos-Bernal, 2013a), y otros conjuntos adscritos al Modo 2, especialmente en los principales cursos fluviales de la Península (Méndez-Quintas et al., 2019, 2018; Panera et al., 2011; Rubio-Jara et al., 2016; Santonja and Pérez-González, 2010; Santonja and Villa, 2006).

Esta coexistencia podría reflejar, o bien cambios en los patrones de ocupación (Chazan, 2009; Terradillos-Bernal, 2010; Terradillos-Bernal and Díez-Fernández-Lomana, 2012), o suponer la coexistencia de dos tecnocomplejos con diferentes raíces culturales o demográficas, interpretando de esta forma una evolución autóctona del Modo 1 al Modo 3 en Europa (Santonja et al., 2016, 2014).

Otros autores plantean que la emergencia de las *Prepared Core Technologies*, características de los conjuntos del Paleolítico Medio inicial en Europa, representan una evolución *in situ* de la tecnología achelense, aunque con ligeras diferencias respecto a su origen. Así, unos enfatizan una evolución de la tecnología bifacial a métodos Levallois (Lamotte and Tuffreau, 2016; Rolland, 1995; Tuffreau, 1995; Villa, 2009; White and Pettitt, 1995). En Cagny-la-Garenne, la presencia de bifaces reacondicionados para la extracción de lascas preferenciales, dando lugar a núcleos Levallois lineales, parecen apuntar a este tipo de evolución local (Tuffreau, 1995), proceso similar al documentado en otras regiones geográficas como en Revadim (Israel) (Rosenberg-Yefet et al., 2021), mientras que otros autores apuntan a una evolución del método Levallois a partir de otros sistemas de explotación más simples, como los SPC (Copeland, 1998) o de la combinación de elementos de explotación y configuración (Hopkinson, 2001; White and Ashton, 2003). Por último, Foley y Lahr (1997), sugieren que el método Levallois fue una invención procedente de África que llegó a Europa entorno a los 300ka.

En algunos conjuntos ingleses, como Purfleet, se ha propuesto que estos SPC podrían haberse desarrollado de manera fortuita en núcleos muy planos que fueron reducidos siguiendo

estrategias paralelas (“*parallel flaking*” (Bolton, 2015)), lo que podría implicar que el origen de métodos más complejos como el Levallois o los SPC tendrían sus raíces en técnicas de talla preexistentes (Bolton, 2015).

No obstante, la mejor forma de evaluar este aspecto es a través de las secuencias arqueostratigráficas largas, ya que permiten detectar cambios o continuidades en aquellos aspectos comportamentales relacionados con la aparición y evolución de elementos tecnológicos, el tipo, intensidad y recurrencia de las ocupaciones, la función del yacimiento, etc, acotando las causas de la variabilidad en los conjuntos líticos al eliminar factores que afectan al registro arqueológico como la disponibilidad, proximidad y abundancia de recursos tanto bióticos como abióticos, o las condiciones ambientales, entre otras (Ollé et al., 2016a).

La secuencia de Orgnac 3, que abarca un rango temporal entre el MIS 9-8, muestra cómo se produce un predominio de las dinámicas de explotación frente a la configuración de grandes formatos, en donde se puede observar un desarrollo progresivo y gradual de la tecnología Levallois, acompañado de un descenso en las herramientas bifaciales. Estos nuevos métodos de talla más complejos evolucionarían *in situ* a partir de los “núcleos discoidales unifaciales” (Mathias et al., 2020; Moncel et al., 2011, 2020a, 2012).

En la secuencia de Payre (MIS 8-7), también dominan las estrategias de explotación frente a los grandes configurados bifaciales. Sin embargo, los núcleos Levallois están ausentes o son escasos (Carmignani et al., 2017).

A lo largo de la secuencia registrada en La Caune de l’Aragó (690-400ka) se produce una evolución progresiva hacia los núcleos jerarquizados, dando lugar a núcleos tipo-Levallois en el nivel G (450Ka), aunque este tipo de método no se encuentra bien representado a lo largo de la secuencia (Barsky et al., 2019). Esta evolución sucede en paralelo al mantenimiento de algunas características tecnológicas, como la relación entre estrategias de talla y materias primas, entre las que destacan los núcleos testados -que suelen corresponderse con arenisca y caliza-, la técnica bipolar sobre yunque -principalmente aplicada sobre el cuarzo- y la reducción más intensa de los materiales lejanos (Barsky et al., 2019).

Si bien la secuencia de l’Aragó es sensiblemente más antigua que las de TD10 de Gran Dolina y Galería, hemos visto cómo el proceso de generalización de estrategias centrípetas identificadas en estos últimos yacimientos, así como la presencia de estos SPC o tipo-Levallois, está acompañado de una relación entre estrategias de talla y materias primas más o menos estable.

TD10.1 y TD10.2 comparten con l’Aragó (especialmente con el nivel P) otro rasgo interesante, que es la presencia de núcleos centrípetos trifaciales. Algunos autores sugieren que las lascas

largas con una cresta sagital sinuosa (conocidas como lascas de redireccionamiento o “*redirecting flakes*” (Inizan et al., 1999) son el resultado de este tipo de truncamiento del eje transversal (Crabtree, 1973).

En otras secuencias más discontinuas como La Noira, el *stratum c* (450ka) presenta procesos de reducción similares al *stratum a* (700ka), junto con algunas innovaciones como la presencia de núcleos con extracciones profundas procedentes de superficies planas, que sugieren un tipo de tecnología “*Levallois-like*” (Moncel et al., 2021).

Este corpus de conjuntos muestra el carácter gradual de la evolución tecnológica en este momento en el oeste europeo, en el que aparecen diferentes elementos característicos del *Early Middle Palaeolithic* de forma progresiva, a partir de conjuntos de Modo 2. Esta gradualidad no implica necesariamente homogeneidad o linealidad, ya que algunos comportamientos nuevos pueden aparecer de manera aislada, o asociados a otros comportamientos nuevos o antiguos. Por ejemplo, la aparición de los SPC en Gran Dolina y en menor medida en Galería, va acompañada de una disminución en la presencia de los bifaces y de la aparición de nuevos comportamientos tecnológicos, como la industria ósea o el enmangue en el primer yacimiento. Del mismo modo, mientras TD10.2 y TD10.1 reflejan cambios en las estrategias de subsistencia entre sí, pero también con respecto a TD10.3 y TD10.4, en Galería se mantiene el mismo patrón a lo largo de la secuencia. Y en ambos conjuntos estos cambios se producen sin poder evidenciar el uso del fuego (Ollé et al., 2013).

Las nuevas dataciones realizadas sobre Galería apuntan a una cronología más reciente de lo anteriormente propuesto. Así, mientras que las dataciones por TL sugerían un rango cronológico de entre 500-250ka (Berger et al., 2008), las nuevas dataciones apuntan a rangos que oscilarían entre aproximadamente 350-220ka por ESR-US (Falguères et al., 2013) y 313 ± 14 -220ka por pIR-IR (Demuro et al., 2014). En cambio, la secuencia de TD10 abarcaría un rango de entre 450-350ka (Ollé et al., 2016a), por lo que la secuencia de Gran Dolina sería más antigua que la de Galería.

De ser correctas las dataciones más recientes, este nuevo escenario supone importantes implicaciones: en primer lugar, el achelense más antiguo registrado en la sierra de Atapuerca no se correspondería con la subunidad GIIa de Galería -como hasta ahora se ha sugerido (García-Medrano et al., 2015, 2014; Ollé et al., 2016a, 2013)-, sino que se correspondería con la subunidad TD10.4.

Por otro lado, se produciría una incoherencia entre las interpretaciones tecnológicas y las cronologías, ya que las subunidades identificadas como transición entre los modos técnicos 2 y 3 (TD10.1 y TD10.2) se corresponderían con momentos más antiguos a la subunidad GIIa,

interpretada hasta ahora como la aparición del achelense en Atapuerca (García-Medrano et al., 2014; Ollé et al., 2016a, 2013).

Ollé y colegas (2016a) han propuesto cuatro posibles escenarios que explicarían esta “paradoja”:

- 1) Que TD10 y Galería se correspondan a dos tradiciones tecnológicas diferentes paralelas no relacionadas de forma evolutiva, lo que implicaría que el registro lítico de TD10 tendría su origen en tradiciones tecnológicas previas, como el Modo 1 europeo, tal y como sugieren algunos autores (Santonja et al., 2016, 2014).
- 2) Que TD10 no sería representativo del final del achelense, sino de su principio en Atapuerca.
- 3) Que TD10 y Galería reflejen las actividades de diferentes grupos humanos/sociales/culturales, resultado de un escenario de tipo “*sink and source*” (Dennell et al., 2011).
- 4) Que los mismos grupos humanos podrían ocupar ambos yacimientos, cuyas diferencias tecnológicas podrían explicarse por las diferencias en la funcionalidad de la ocupación.

Las implicaciones de cada uno de estos escenarios están ampliamente explicadas en dicho trabajo (ver Ollé et al., 2016, p. 9). De forma muy sintética, los resultados obtenidos durante la realización de este estudio apuntan a una serie de aspectos:

- A) Similitudes a nivel tecnológico entre la unidad GII de Galería y las subunidades basales de TD10 (TD10.4-TD10.3), cuyas características tecnológicas nos permiten adscribir estos conjuntos como Modo 2.
- B) Evolución gradual a lo largo de la secuencia de TD10, cuyo cambio más acentuado se produce entre las subunidades TD10.3 y TD10.2. Desde el punto de vista exclusivamente tecnológico estos cambios se pueden resumir en: 1) marcado incremento en la frecuencia de estrategias centrípetas, 2) aparición de núcleos tipo-Levallois o SPC, 3) aparición de nuevos elementos tecnológicos como los retocadores óseos, y 4) disminución en la producción de grandes instrumentos, a favor de un incremento en las herramientas retocadas de pequeño formato. Dichos cambios, junto con los identificados en TD10.1, permiten definir a los conjuntos de TD10.2 y TD10.1 como transicionales entre el Modo 2-Modo 3.
- C) Evolución gradual en las estrategias de explotación en las distintas subunidades de Galería (GIIa, GIIb, GIIIa) hacia un incremento en la importancia de las estrategias centrípetas e incluso aparición de elementos que nos permiten hablar de la presencia de núcleos tipo-Levallois en GIIIa. En GIIIb, esta tendencia diacrónica se invierte,

predominando nuevamente esquemas unipolares longitudinales. Esto discurre en paralelo a una mayor presencia de bifaces sobre lasca, en detrimento de aquellos sobre canto (García-Medrano et al., 2015, 2014).

- D) La evolución en las dinámicas de explotación registradas en ambas secuencias (TD10 y Galería) es gradual porque no implica una ruptura con los sistemas tecnológicos registrados en los niveles precedentes, sino que se producen cambios en la tendencia dentro de un mismo sistema técnico o campo operativo.
- E) Los conjuntos que podemos definir claramente como transicionales (TD10.1 y TD10.2) muestran particularidades en el uso de la cueva y en las estrategias de subsistencia con respecto a los demás conjuntos.

Estos aspectos implican el descarte de algunas de las posibilidades planteadas por Ollé y colegas (2016a):

- Con respecto al primer punto, las similitudes entre GIIa y TD10.4-TD10.3 parecen indicar que pertenecen a la misma “tradición tecnológica” (Modo 2), lo cual -teniendo en cuenta el hasta ahora vacío ocupacional identificado en Gran Dolina y Sima del Elefante (Rodríguez et al., 2011, Mosquera et al., 2013, de Lombera-Hermida et al., 2015)- podría reflejar una ruptura con respecto al Modo 1 europeo, presente en TD6, TD3-4 y los niveles TE9, TE13 y TE14 de Sima del Elefante (de Lombera-Hermida et al., 2015; Mosquera et al., 2013; Ollé et al., 2016a, 2013).
- En lo que respecta al segundo punto, TD10.4 supondría la primera aparición del Achelense en Atapuerca, mientras que la secuencia de TD10 podría estar reflejando un proceso de evolución local dando paso a tecnocomplejos transicionales entre el Modo 2-Modo 3 (TD10.2-TD10.1), lo que descartaría la hipótesis de evolución local del Modo 1 al Modo 3, por lo menos en la sierra de Atapuerca (*versus* Santonja et al., 2016, 2014).
- Por último, con respecto a los puntos 3 y 4, el estado de la cuestión actual no nos permite distinguir entre la existencia de un único o diferentes grupos humanos. Sin embargo, gran parte de esta variabilidad tecnológica podría recaer en la propia funcionalidad o modelo de ocupación de cada yacimiento, ya que la variabilidad en éstos es mayor que las diferencias ambientales o climáticas registradas en este período (Ollé et al., 2016a).

En este sentido, TD10 es la unidad en donde se registran los cambios más significativos con respecto al tipo de ocupación. En las subunidades inferiores, parecen producirse ocupaciones muy poco intensas, aunque es necesario realizar un análisis completo del registro lítico y faunístico para evaluar adecuadamente este aspecto. TD10.2 se corresponde con un *kill-*

butchering site (Rodríguez-Hidalgo et al., 2017). El *lower* TD10.1 se ha definido como un campamento residencial (Rodríguez-Hidalgo et al., 2015), mientras que las últimas ocupaciones, las de TD10.1A, se corresponderían a ocupaciones esporádicas (de Lombera-Hermida, 2020).

Por otro lado, la continuidad en la funcionalidad de Galería podría producir esa impresión de “estabilidad”, con cambios diacrónicos más sutiles y una “pervivencia” en el uso de los LCTs. Curiosamente, la subunidad GIIIb, la más joven, se ha interpretado como un momento en el que la cueva pierde su potencial como trampa natural (García-Medrano et al., 2017) y es donde se produce un incremento de estrategias unipolares longitudinales, en detrimento de las estrategias centrípetas.

Otros conjuntos de la sierra de Atapuerca, como el de los niveles de Pleistoceno medio de la Sima del Elefante, se caracterizan por presentar LCTs de medio y gran formato, una mayor estandarización morfológica de las herramientas y estrategias diversificadas, entre las que predominan unipolares y centrípetas (de Lombera-Hermida et al., 2015). Estas características han permitido definir dicho conjunto como Modo 2, cuyos niveles (TE 18-TE19), presentarían un rango de entre 350-250ka, coetáneos a las subunidades superiores de TD10 y Galería.

A pesar de que este conjunto está formado por un número limitado de piezas, estos tres yacimientos (Gran Dolina superior, Galería y Sima del Elefante superior) muestran un escenario para la segunda mitad del Pleistoceno medio de Atapuerca en el que confluyen ocupaciones mucho más recurrentes o intensas, con características tecnológicas de la transición Modo 2 - Modo 3, junto con ocupaciones mucho más esporádicas, con características propias del Modo 2. Sin embargo, los niveles TD10.1-A y TD10.1-B representan ocupaciones de corta duración y sus características tecnológicas permiten hablar de conjuntos de transición Modo 2 - Modo 3 (de Lombera-Hermida et al., 2020), por lo que la funcionalidad o intensidad de la ocupación podría explicar una parte de la variabilidad de los conjuntos líticos, pero no su totalidad.

No obstante, tal y como apuntan de Lombera y colegas (2020), la interpretación de la evolución tecnológica en Galería (García-Medrano et al., 2015, 2014; Ollé et al., 2013) y Gran Dolina (de Lombera-Hermida et al., 2020; Ollé et al., 2016, 2013, este trabajo), así como los datos aportados desde los estudios estratigráficos recientes (Vallverdú, 2017), parecen ser más coherentes con las dataciones obtenidas por termoluminiscencia en Galería (de Lombera-Hermida et al., 2020).

Independientemente de esta problemática, esto mostraría que las respuestas adaptativas podrían ser altamente diversas y variables en diferentes territorios y contextos ambientales (de Lombera-Hermida et al., 2020), pero también en condiciones similares, en función de otros

aspectos como el tipo de ocupación o la funcionalidad del yacimiento (Ollé et al., 2016a), dando lugar a un modelo transicional en mosaico (Moigne et al., 2016; Moncel et al., 2011, 2020a, 2012; Straus, 2009, 2007).

A nivel europeo, los yacimientos con secuencias arqueostratigráficas largas podrían evidenciar un origen regional múltiple para estas *Prepared Core Technologies* (DeBono and Goren-Inbar, 2001; Rolland, 1995; Tuffreau, 1995; White et al., 2011; White and Ashton, 2003). Desde esta perspectiva, los SPC pueden contemplarse tanto como un estadio previo al método Levallois (White and Ashton, 2003) o como una opción más, dentro de la variedad *Prepared Core Technologies*, aunque ambas opciones no son mutuamente excluyentes

5.1.5.2 Conclusiones

Numerosos estudios han enfatizado el fenómeno de predeterminación de los productos como indicador de capacidades cognitivas avanzadas (Karlin and Julien, 1994; Lahr and Foley, 2001; Pelegrin, 2005). Algunos autores consideran que la ausencia de mantenimiento de las convexidades periféricas de los núcleos impide hablar de predeterminación de los productos, por lo que los SPC no reflejarían los cambios cognitivos que se manifestarán con el método Levallois (Bolton, 2015). Sin embargo, existe una confusión semántica de los conceptos de predeterminación o control y estandarización de los productos finales (White et al., 2011). De acuerdo con White y colegas (2011), la presencia de la primera no implica necesariamente la consecución de la segunda, ya que el carácter particular de cada contexto de talla dificulta cualquier proceso de estandarización estricta (Dibble, 1989; Van Peer, 1995, 1992a, 1992b).

Precisamente, son los contextos de talla particulares los que definen la necesidad de un mayor control volumétrico, ya que la preparación de plataformas y de convexidades latero-distales no son pasos imprescindibles para la consecución de objetivos determinados. El facetado de la plataforma de percusión no es esencial si se consigue un ángulo adecuado entre las superficies mediante otros procedimientos (Schlanger, 1996). Del mismo modo, las convexidades latero-distales se pueden configurar mediante extracciones previas no necesariamente predeterminantes, o a través de la morfología natural de los soportes (Clarkson et al., 2012; de Lombera-Hermida, 2020; Delagnes, 1995; Meignen, 1995), tal y como evidencian algunos de los núcleos de TD10.1, TD10.2 y GIIIa. En estos conjuntos se produce la combinación de núcleos jerarquizados que sí presentan plataformas de percusión facetadas y convexidades latero-distales preparadas, junto con una mayor frecuencia de núcleos SPC propiamente dichos, sin preparación de la plataforma ni de las convexidades periféricas, pero manteniendo una morfología equivalente.

En este sentido, algunos ejemplos de remontajes de núcleos Levallois clásicos como el del yacimiento del *Early Middle Palaeolithic* Maastrich-Belvedere (Países Bajos) muestran que tras la extracción de una lasca Levallois se pueden mantener superficies de golpeo adecuadas para la extracción de una segunda lasca predeterminada, sin la necesidad de ninguna preparación previa (Schlanger, 1996). Esto muestra el carácter flexible y no necesariamente anticipado del método Levallois (Cochrane, 2014).

Esto tiene implicaciones a la hora de evaluar la interrelación entre las estrategias de talla estrictamente predeterminantes y aquellas que no lo son. Como hemos visto, algunos autores (Moncel et al., 2020a) se basan en la presencia o ausencia del mantenimiento de convexidades latero-distales para argumentar las distinciones entre los diferentes núcleos de cada conjunto. La presencia del mantenimiento intencional de la convexidad latero-distal implica un elevado grado de planificación secuencial y control sobre las características de las materias primas. Sin embargo, su ausencia no implica la falta de estos aspectos, sino que cada contexto de talla particular puede hacer que este paso no sea necesario, ya sea por la selección de morfologías específicas, ya sea por las condiciones morfovolumétricas resultantes de forma no necesariamente intencionada. De igual modo, también podría ser debido a que algunos de estos núcleos se descartan cuando ya no es posible mantener dichas condiciones o simplemente no son visibles en el núcleo en ese momento de descarte.

Por otro lado, Wynn y Coolidge (2010) han comparado el método Levallois con el ajedrez, resaltando el carácter marcadamente planificado de ambos y la necesidad de realizar una serie de pasos consecutivos, ordenados y mutuamente excluyentes para alcanzar un objetivo. Siguiendo esta analogía, Shimelmitz y Kuhn (2018), plantean que las diferentes modalidades Levallois (recurrente, preferencial) serían equiparables a las diferencias que hay entre un “mate del loco” y otro más complejo que requiere de un mayor número de movimientos. Esta analogía ajedrecística es extensible a las diferencias entre las diferentes *Prepared Cores Technologies* (p.ej. Levallois vs SPC), en donde las características naturales del soporte o las condiciones generadas a lo largo de la secuencia de reducción generan morfologías y contextos de talla propicios para la extracción de lascas preferenciales, sin necesidad de la consecución de pasos planificados y secuencialmente estructurados.

Si bien a primera vista esta perspectiva puede impregnar un cierto carácter expeditivo e incluso oportunista a este tipo de tecnologías, y depreciar las habilidades cognitivas relacionadas con la planificación y la conducta anticipatoria requeridas para su desarrollo, estas líneas tienen como objetivo la matización de la importancia que se le ha dado a la predeterminación en estos métodos. En este sentido, algunos autores (Shimelmitz and Kuhn, 2018) han sugerido que el estudio de las capacidades cognitivas implicadas en la tecnología Levallois -centrándose

exclusivamente en la reducción preferencial- reconoce una sola dimensión de esta tecnología, ya que, para ellos, a través del método Levallois se podrían obtener una serie de productos diferentes en una misma secuencia de reducción, lo que han llamado *the toolkit of the core*.

Además, enfatizar el carácter normativo de los métodos de talla en sentido estricto eclipsa la identificación de otros comportamientos tecnológicos, que, si bien a primera vista pueden parecer menos complejos desde un punto de vista cuantitativo (p. ej. número de pasos necesarios para realizar una acción: ver Muller y colegas (2017) o Perreault y colegas (2013), podrían reflejar un mayor grado de flexibilidad y adaptabilidad. Sin embargo, a la hora de evaluar las posibles diferencias de potencial entre estos SPC y el método Levallois sería necesario realizar un estudio experimental comparando las similitudes y diferencias de los productos obtenidos.

La posible aparición en mosaico de estos nuevos comportamientos a lo largo del subcontinente europeo, junto con la variabilidad que reflejan los conjuntos con SPC, parecen otorgar a este tipo de tecnologías, al menos en sus momentos iniciales en Europa (MIS 12-MIS 9), un estatus de aplicación flexible de unos principios técnicos dentro de cada contexto tecnológico particular, más que una panoplia de normas culturales rígidas y estandarizadas. Estas conductas tecnológicas nuevas, ya sean fruto de saltos cognitivos o de transformaciones graduales, implican un cambio conceptual en las estrategias de talla; cambio que, según (2005), no debe entenderse como una transición, sino como una transformación, ya que la segunda implica un proceso de cambio continuo, mientras que la transición implicaría un salto abrupto entre dos tecnologías.

5.2 Reducción

5.2.1 Potenciales, límites y problemáticas

Con el objetivo de contrastar los datos obtenidos relativos a la reducción, en este trabajo hemos optado por la combinación de métodos, tal y como sugieren algunos autores (Dibble, 1995c). De este modo, hemos analizado tres métodos y/o parámetros: el Volumetric Reconstruction Method (Lombao et al., 2020), el Scar Density Index (Clarkson, 2013) y el porcentaje de superficie no cortical (Andrefsky, 1998; Blades, 2001; Henry, 1989). El análisis individual de estos tres índices, tanto a nivel experimental como en cada uno de los doce conjuntos arqueológicos analizados, permite evaluar las ventajas, límites y problemáticas de cada uno.

La aplicación del porcentaje de superficie no cortical como estimador de reducción implica la asunción de que los soportes seleccionados presentan su superficie original completamente cubierta de córtex. Esto no ocurre necesariamente, ya que cuando se emplean lascas como soporte se pueden retener restos de córtex únicamente en la cara dorsal. Esto explicaría el alto grado de correlación obtenido en los diferentes conjuntos arqueológicos con respecto al VRM, en donde se excluyen los soportes lascas del análisis, pero que desciende generalmente con respecto al SDI, en donde este tipo de soportes sí están incluidos.

Además, el propio tamaño de los soportes y la aplicación de determinadas estrategias de talla afectan al ritmo con el que se elimina superficie cortical (Lombao et al., 2019). De este modo, los resultados tanto experimentales como de los conjuntos arqueológicos analizados en este trabajo muestran que el porcentaje de superficie no cortical presenta las mayores limitaciones como estimador de reducción de los métodos analizados, cuando los conjuntos arqueológicos contienen una combinación en los tipos de soportes empleados.

El SDI consiste en la relación entre número de levantamientos y superficie del núcleo (Clarkson, 2013), por lo que supone un método muy versátil, sin necesidad de que los conjuntos arqueológicos cumplan requerimientos específicos, y aplicable a todo tipo de soportes y métodos de talla. Prueba de ello son los numerosos estudios que han empleado esta metodología en sus análisis sobre conjuntos cronológica, geográfica y tecnológicamente muy diversos (Clarkson, 2013; Clarkson et al., 2014; Ditchfield, 2016b; García-Medrano et al., 2018; Groucutt et al., 2015; Li et al., 2015; Shipton and Clarkson, 2015a, 2015b; Valletta et al., 2021, este trabajo). Sin embargo, hemos comprobado experimentalmente que las estrategias de talla aplicadas influyen en el número de levantamientos visibles, ya que se produce un mayor solapamiento de negativos en estrategias centradas en un sector específico del núcleo (p. ej. unifacial unipolar longitudinal), frente a aquellas estrategias que se articulan sobre toda la superficie del núcleo (p. ej. bifacial multipolar centripeto). Este fenómeno lo definimos como *overlapping effect* (Lombao et al., 2019). Además, tanto el tipo (Ditchfield, 2016a; Shipton and Clarkson, 2015a), como el tamaño del soporte (Lombao et al., 2019) afectan también a los resultados, obteniendo sistemáticamente valores más altos en los núcleos de pequeñas dimensiones y viceversa.

Pese a esta tendencia, los resultados obtenidos de los conjuntos arqueológicos analizados muestran que no existe una correlación muy elevada entre el volumen remanente de los núcleos y el SDI, lo que implica que este efecto pierde fuerza en escenarios con gran variabilidad en las estrategias de talla y en los tamaños de los soportes.

Sin embargo, el principal hándicap de este método es la escala en la que se expresan los valores, que no representan una unidad de medida absoluta y tangible, en la que se pueda

asociar un valor determinado del grado de reducción en cada núcleo en función de su valor de SDI. Esto limita la interpretación de los resultados exclusivamente al marco comparativo.

Si bien existe una alternativa metodológica a las aquí expuestas, desarrollada por Douglass y colegas (2018), que está basada en datos experimentales y en modelización lineal generalizada, algunos de los parámetros empleados en la construcción de estos modelos parecen estar más vinculados a la variabilidad en las estrategias de talla que a la propia reducción, como el número de superficies intervenidas o el ángulo entre la plataforma de percusión y la superficie de lascado.

Estos motivos nos llevaron a desarrollar una metodología nueva, inspirada en los trabajos sobre el *Cortex Ratio* desarrollado por Dibble et al (2005) y modificado posteriormente (Douglass et al., 2008; Holdaway et al., 2008; Lin et al., 2015, 2010). Estos trabajos plantean la reconstrucción de la superficie o el volumen de los nódulos empleando datos de todo el conjunto. El VRM se basa igualmente en la reconstrucción del volumen de los soportes originales. Sin embargo, a diferencia del *Cortex Ratio*, en donde se realiza una reconstrucción promedio de todos los nódulos, el objetivo del VRM es la medición del porcentaje de volumen extraído a través de la estimación individual del volumen original de cada soporte, utilizando datos procedentes de los núcleos, pero también de las lascas asociadas en cada conjunto.

Este método se ha testado sobre diversas estrategias de talla, sobre soportes con diferentes morfologías y tamaños, y con diferentes talladores, lo que muestra su carácter versátil (Lombao et al., 2020). La evaluación estadística no se ha restringido exclusivamente al análisis de correlación Pearson y al coeficiente de determinación entre los valores reales y estimados, que es el principal test estadístico empleado en este tipo de estudios (p. ej. Clarkson, 2013; Hiscock and Tabrett, 2010), sino que hemos incorporado al análisis otros tipos de test (*Average error*, *Mean Average error*, comparativa de distribuciones, remuestreos aleatorios...), que permiten definir con mayor detalle la precisión de las estimaciones obtenidas.

Esto nos ha permitido comprobar que nuestra propuesta metodológica cumple con los parámetros que ha de cumplir cualquier estimador de reducción, según Hiscock & Tabrett (2010): 1) alto poder inferencial, 2) relación unidireccional entre reducción real y estimada, 3) utilidad, 4) sensibilidad a pequeñas variaciones en la reducción, 5) versatilidad, 6) capacidad de operar sobre diversos soportes y 7) independencia en la escala (para más detalle ver discusión capítulo VRM).

Tras el análisis de las correlaciones entre diversas variables analizadas en los doce conjuntos estudiados, hemos comprobado que en la mayoría de los casos se produce una correlación muy alta y significativa entre el volumen remanente y el volumen original estimado de los núcleos, lo que puede sugerir una influencia del tamaño de los núcleos en las estimaciones obtenidas.

Sin embargo, estas correlaciones, pese a ser altas, no son siempre lineales, lo que indica la posible existencia de relaciones más complejas entre el volumen remanente y el volumen original estimado. Además, los resultados experimentales muestran correlaciones similares entre los volúmenes de los núcleos cuando se descartan y los volúmenes originales reales y estimados (Lombao et al., 2020). Por último, si comparamos las correlaciones entre el volumen remanente y el grado de reducción entre los diferentes conjuntos arqueológicos, los valores de estas correlaciones decrecen en todos los casos, sin encontrar ninguna correlación estadísticamente significativa. Esto indica que los núcleos más agotados no se corresponden siempre ni necesariamente con los más reducidos, lo que demuestra la independencia con respecto al tamaño de las estimaciones del grado de reducción a través del VRM.

Por otro lado, si bien es cierto que el VRM tiende a la sobreestimación o infraestimación en los conjuntos en los que hay sesgos dimensionales en las lascas, hemos comprobado experimentalmente su aplicabilidad a contextos arqueológicos sesgados, mediante la realización de remuestreos aleatorios para cada núcleo, empleando el 20% de las lascas del conjunto experimental. Esto supone, que, en caso de no existir un sesgo dimensional en los conjuntos, esta propuesta metodológica no se ve afectada ni por tener un registro parcial, ni por la presencia de palimpsestos (Lombao et al., 2020).

La gran ventaja de esta aproximación es que aporta información sobre los soportes empleados a través de la estimación del volumen original, por lo que permite realizar inferencias sobre los patrones de selección de materias primas por parte de los grupos humanos. Además, el VRM expresa la relación entre volumen final y volumen original estimado de cada núcleo en términos de porcentaje de volumen extraído, por lo que, a diferencia del SDI, cada dato obtenido es valorable *per se*, sin la necesidad de comparaciones posteriores.

No obstante, el uso de fórmulas geométricas para reconstruir el volumen original de los soportes dificulta la aplicación del VRM sobre aquellas litologías (p.ej. sílex neógeno) en las que no es posible conocer ni la forma ni el tamaño de los soportes originales. De igual modo, no se ha testado su eficacia en núcleos sobre lasca, por lo que su aplicación se restringe a aquellos materiales en los que tanto la morfología como los tamaños de los soportes disponibles en el entorno están bien estudiados.

El SDI permite complementar los resultados del VRM al incorporar los datos obtenidos del sílex neógeno en los conjuntos de Gran Dolina y Galería y de los núcleos sobre lasca en todos los conjuntos analizados. De hecho, aunque los resultados obtenidos a través del SDI se limiten al marco comparativo, su incorporación al análisis no sólo permite contrastar los datos del VRM en cada uno de los conjuntos analizados, sino que también permite baremar el grado de

reducción de los núcleos de sílex neógeno y de los núcleos sobre lasca, así como su peso en la distribución de la reducción dentro de cada conjunto.

Una de las principales limitaciones de esta aproximación múltiple es la diferente unidad de medida de cada método, que impide una comparación directa de los resultados. Sin embargo, las correlaciones elevadas que se han obtenido entre ambos indicadores (SDI y VRM) en cada caso indican un alto grado de concordancia en los resultados obtenidos, por lo que es posible evaluar el grado de reducción de los núcleos sobre lasca y los núcleos de sílex neógeno mediante la comparación de la posición relativa de cada conjunto con respecto a los demás, en base al parámetro *shape* (β) de las distribuciones Weibull.

5.2.2 La distribución de la reducción

Si bien es cierto que existen ciertas discrepancias en los valores β obtenidos a partir de ambos métodos, es preciso tener en cuenta la propia correlación entre el porcentaje de masa remanente y el SDI descrita en Clarkson (2013), en la que se muestra una tendencia exponencial donde los valores de SDI aumentan lentamente en las fases iniciales de la secuencia de reducción y se incrementan exponencialmente a medida que avanza. Esto puede explicar las distribuciones obtenidas en los conjuntos analizados, que se caracterizan por presentar una marcada asimetría, generando curvas de distribución Weibull, con una tendencia a un rápido descarte en las fases iniciales y un descarte más lento en fases finales, lo que implicaría que a partir del SDI se obtengan valores β sistemáticamente inferiores a los obtenidos mediante el VRM.

Sin embargo, algunas discrepancias entre los dos indicadores en los resultados obtenidos se pueden explicar por el grado de reducción de los núcleos realizados en sílex neógeno y de los núcleos sobre lasca. Este sería el caso de TD10.4, que ocupa una posición muy baja en comparación con los demás conjuntos si nos atenemos al SDI, mientras en base al VRM presentaría una de las curvas de descarte más elevadas. Las diferencias internas en los resultados del SDI en función de la categoría estructural y de las diferentes materias primas en este conjunto (ver apartado 4.2.3.1) apuntan a un menor grado de reducción de los núcleos realizados sobre lascas de sílex neógeno.

En la situación contraria se encuentran los conjuntos de TD6.2 y GIIIb, cuyos valores de reducción del SDI en el sílex neógeno, y especialmente en los núcleos sobre lasca, son mayores en comparación a la media del conjunto, lo que produce una posición relativa inferior de éstos en el VRM y superior en el SDI (Tabla 5.2).

POSICIÓN RELATIVA	SDI	SHAPE SDI	SCALE SDI	VRM	SHAPE VRM	SCALE VRM
1	TD10.1	1.42	21.85	TD10.2	3.97	68.56
2	TD10.2	1.2	17.8	TD10.1	3.79	70.98
3	GIIa	0.99	15.29	TD10.4	2.69	63.87
4	La Mina	0.94	21.49	La Mina	2.61	60.81
5	TD6.2	0.92	8.38	GIIa	2.59	65.39
6	GIIa	0.91	18.64	El Forn	2.52	58.9
7	GIIb	0.85	16.45	GIIa	2.43	68.35
8	GIIIb	0.84	13.04	TD6.2	2.38	52.78
9	TD10.3	0.83	13.57	GIIb	1.99	58.7
10	TD10.4	0.73	10.6	Cala 1	1.9	47.05
11	Cala 1	0.71	9.28	TD10.3	1.65	46.85
12	El Forn	0.7	12.59	GIIIb	1.38	45.01

Tabla 5.2. Posición relativa de los doce conjuntos analizados en base a los valores Shape obtenidos para el SDI y el VRM.

Pese a estas diferencias, los valores β obtenidos a través de ambos indicadores coinciden en mostrar un alto grado de homogeneidad entre la mayoría de los conjuntos; esto indica que tanto los núcleos de sílex neógeno como los núcleos sobre lasca no están reducidos con una intensidad completamente diferente al resto de núcleos de cada conjunto.

Los resultados obtenidos permiten realizar dos tipos de lecturas interpretativas. Una desde un punto de vista de la intensidad y tipo de ocupación o función del yacimiento, y otra desde una perspectiva diacrónica/tecnológica.

5.2.2.1 Tipo de ocupación

Los doce conjuntos analizados se pueden clasificar *grosso modo* en ocupaciones intensas (TD6.2, TD10.2, TD10.1), ocupaciones esporádicas (TD10.3, TD10.4, GIIa, GIIb, GIIIa, GIIIb) y a un único evento que reflejaría una ocupación puntual, como la Cala 1. Dado el bajo número de núcleos recuperados en los diferentes niveles de El Forn y La Mina, se han incluido todos los núcleos pertenecientes a la unidad II, por lo que en estas localidades no es posible realizar inferencias sobre la intensidad de ocupación en base a la reducción.

Si asumimos que la distribución de la reducción durante una ocupación depende en gran medida de su intensidad y/o duración (Morales, 2016), los resultados obtenidos a partir de esta aproximación muestran cómo durante el proceso de formación del *lower* TD10.1 y TD10.2 se producirían las ocupaciones más intensas. Estos resultados coinciden con el gran número de restos faunísticos y líticos recuperados en estos dos niveles, en comparación con el resto de conjuntos analizados, de lo que se puede inferir una intensidad de la ocupación elevada o, al menos, un alto grado de recurrencia en el uso de la cueva durante su formación (Carbonell et al., 2001; de Lombera-Hermida, 2020; de Lombera-Hermida et al., 2020; García-Medrano et

al., 2015; López-Ortega, 2020; López-Ortega et al., 2011; Márquez et al., 2001; Ollé et al., 2016a, 2013; Rodríguez-Álvarez, 2004; Rodríguez-Hidalgo, 2015; Rodríguez-Hidalgo et al., 2015; Rosell, 2001; Saladié et al., 2018; Terradillos-Bernal, 2013b; Terradillos-Bernal and Díez-Fernández-Lomana, 2012).

Sin embargo, estos niveles presentan diferencias tanto en el uso de la cueva por parte de los homínidos, como en la duración de estas ocupaciones y en la propia selección de los recursos bióticos y abióticos. Como hemos visto, los estudios tafonómicos, tecnológicos y zooarqueológicos apuntan a que durante el proceso de formación del *lower* TD10.1 la cueva actuaría como un campamento base o campamento residencial, en donde se desarrollarían múltiples actividades y sobre el que se ha inferido una duración más larga de las ocupaciones. Del mismo modo, la selección tanto de presas como de recursos líticos se caracterizaría por ser generalista y/o flexible (Rodríguez-Hidalgo et al., 2015). En el momento de formación de TD10.2, la cueva actuaría como un *kill-butcher site* en el que se produciría un uso “logístico” de la misma, por lo que las ocupaciones podrían ser de corta duración, con una selección de presas hiperespecializada en el bisonte (*Bison* sp.) (Rodríguez-Hidalgo et al., 2017) y una selección específica del sílex (Ollé et al., 2013).

De este modo, nos encontramos ante un escenario en el que dos conjuntos con características diferentes presentan curvas de supervivencia similares. Esta equifinalidad puede ser debida a: 1) una baja resolución de las curvas de supervivencia, debido al carácter de palimpsesto de estos conjuntos; 2) una baja capacidad de inferencia del parámetro “reducción de los núcleos” como indicador de aspectos relacionados con el tipo de ocupación o la funcionalidad del yacimiento; 3) que diferentes procesos acaben produciendo resultados similares, debido a aspectos de la organización tecnológica de los grupos humanos, como el transporte, entre otros.

En la situación contraria se encuentra TD6.2, que, a pesar de representar un lugar referencial o campamento base (Carbonell et al., 1999a; Mosquera et al., 2018; Ollé et al., 2013; Saladié et al., 2011), presenta unas curvas de descarte con una distribución similar a otros conjuntos cuyo modelo de ocupación sería de baja intensidad, como por ejemplo GIIa, y sistemáticamente más bajas que aquellas subunidades cuyos modelos de ocupación son más intensos o recurrentes (TD10.1, TD10.2).

En la secuencia de Galería, la posición relativa de cada subunidad en base al valor β es la misma, tanto a través del SDI como a través del VRM, cuyo orden de mayor a menor valor es: GIIIa, GIIa, GIIb y GIIIb. Estos resultados no parecen coincidir con los cambios diacrónicos inferidos en esta secuencia desde el punto de vista del número de materiales recuperados y de la distribución espacial de los mismos (García-Medrano et al., 2017), ya que apuntan a una

mayor intensidad de actividades en GIIb que descendería en GIIIa. No obstante, los valores β de cada subunidad son mucho más similares entre sí que en comparación con Gran Dolina, lo que indica un patrón de descarte similar a lo largo de la secuencia, probablemente debido a que no sólo la funcionalidad del yacimiento se mantiene constante a lo largo de las unidades GII y GIII (García-Medrano et al., 2017, 2015), sino que también lo hace la intensidad de estas ocupaciones.

5.2.2.2 *Reducción y tecnología*

Hasta ahora hemos visto cómo conjuntos con diferentes características, en lo que respecta a la función del yacimiento (TD10.1-TD10.2; TD6.2-TD10.3), presentan patrones de descarte similares. Además, yacimientos con características parecidas, como es el tipo de ocupación (TD6.2-TD10.1), presentan curvas de supervivencia diferentes. Por último, nos encontramos con conjuntos que presentan una baja intensidad en las ocupaciones (GIIa-GIIb-GIIIa-GIIIb-TD10.3-TD10.4) y una funcionalidad que podría ser diferente (Galería-TD10.3, TD10.4) que muestran curvas similares. Todo ello sucede independientemente de la disponibilidad de la materia prima, un factor que afecta en gran medida en las estrategias económicas de mantenimiento o descarte (Bamforth, 1990).

Este escenario complejo es difícil de interpretar desde un punto de vista exclusivamente económico, especialmente por la ausencia de trabajos de referencia que permitan establecer un marco comparativo (ver Morales, 2015), pues en la actualidad no existen estudios que investiguen la distribución de la reducción mediante la aplicación de curvas de supervivencia en los conjuntos líticos del Pleistoceno inferior y medio europeo.

Por otro lado, si asumimos que la distribución de la reducción no sólo presenta implicaciones en términos de patrones de ocupación, funcionalidad del yacimiento, dinámicas de movilidad y procesos de formación, entre otros (Schiffer, 1987), sino que también puede reflejar el resultado de un contexto tecnológico determinado, podemos observar una cierta correspondencia entre los resultados derivados del análisis tecnológico de los núcleos y los resultados de reducción:

- En el caso de TD6.2, las dinámicas de explotación muestran un campo operativo no lineal, adaptando las estrategias de talla a las características de cada materia prima y a las circunstancias particulares de cada contexto de talla. Este comportamiento tecnológico no se caracteriza por maximizar la productividad de los núcleos, tal y como refleja el escaso agotamiento volumétrico en el momento de descarte y la falta de mantenimiento de los núcleos durante la secuencia de reducción. Por lo tanto, dentro de este sistema técnico caracterizado por una subordinación a las condiciones

impuestas por la materia prima, es posible que los diferentes patrones de reducción y descarte de los núcleos no estén reflejando necesariamente unos patrones de ocupación o funcionalidad del yacimiento determinados, por lo que no es posible vincular el grado de reducción con la intensidad de las ocupaciones. Esto no implica que no puedan identificarse estrategias de mayor aprovechamiento en función de las diferentes litologías, como es el caso del sílex cretácico. Sin embargo, esta inferencia se realiza no sólo por un mayor grado de reducción de esta materia prima en comparación con el resto de litologías (Lombao et al., 2021b), sino también por una selección preferencial del sílex cretácico para la producción de herramientas retocadas (Mosquera et al., 2018).

- Con respecto al Barranc de la Boella, los yacimientos de El Forn y de La Mina todavía no presentan un conjunto lítico lo suficientemente representativo para poder realizar un análisis pormenorizado nivel por nivel, con respecto a la intensidad de ocupación y, por lo tanto, la resolución de las curvas de descarte es muy baja. En el caso de la Cala 1, la situación es muy diferente. El nivel II.2 de esta localidad reflejaría un *kill-butcherer site*, en donde uno o varios grupos humanos procesaron la carcasa de un mamut (Mosquera et al., 2015; Saladié et al., 2008; Vallverdú et al., 2008, 2014b), por lo que la resolución de la curva de descarte es mayor en esta localidad. Las distribuciones Weibull muestran una curva con un rápido descarte en los momentos iniciales de la reducción, disminuyendo el ritmo de descarte a medida que la reducción avanza. Esta tendencia de rápido descarte es coherente con los patrones tecnológicos identificados. La talla *in situ* de gran parte del conjunto lítico reflejada en la presencia de múltiples remontajes podría indicar la inmediatez de la producción de lascas (Mosquera et al., 2015). Por otro lado, el campo operativo inferido, con un predominio de estrategias unipolares longitudinales, y la combinación con otras técnicas, como la bipolar sobre yunque, puede reflejar un contexto técnico de tipo expeditivo (*sensu* Nelson, 1991). El uso puntual de fragmentos de talla como núcleos puede tener relación con el aprovechamiento oportunista de la materia prima para cubrir necesidades puntuales. Por lo tanto, la gestión de los núcleos no parece estar orientada a su mantenimiento, sino a la obtención de filos cortantes para procesar la carcasa del proboscídeo.
- En TD10.4 y TD10.3 las dinámicas de explotación se caracterizan por una marcada relación entre morfologías y estrategias de talla, que parecen apuntar a un criterio de economía gestual (*sensu* Vaquero, 1999, 1997). De esta manera, se busca optimizar las secuencias de talla mediante la selección de formatos específicos, en lugar de realizar acondicionamientos y configuraciones morfológicas previas a la obtención de

productos. Los elevados volúmenes remanentes de los núcleos (especialmente si los comparamos con las subunidades de TD10.2 y TD10.1), junto con unas curvas de reducción bajas, parecen indicar que no hay un intento de maximizar la productividad de la materia prima.

- En TD10.2 y TD10.1 se produce un aumento en la intensidad de la reducción con respecto a las subunidades inferiores de TD10 y Galería, reflejado en las distribuciones Weibull. Este mayor grado de reducción no está relacionado con cambios en la disponibilidad de la materia prima, pero sí con cambios en los modelos de ocupación, en las estrategias de subsistencia y en el comportamiento tecnológico. Desde este último punto de vista, hemos visto que aparecen ciertos elementos que apuntan a un aprovechamiento más intenso de la materia prima. De este modo, la generalización de estrategias centrípetas, entre las que destacan los núcleos discoidales y los núcleos jerarquizados (por lo menos en TD10.1 (de Lombera-Hermida et al., 2020), junto con un incremento en las estrategias de talla multipolares ortogonales y el aprovechamiento de lascas y fragmentos para obtener pocos soportes, parecen indicar que el comportamiento tecnológico está más orientado a una gestión más eficiente e intensa de los recursos litológicos.

Esta mayor reducción se refleja también en un mayor agotamiento volumétrico de los núcleos en estas dos subunidades, y va de la mano de un aumento en la importancia de las herramientas retocadas sobre pequeño y mediano formato, en detrimento de los grandes instrumentos.

- Galería supone un escenario particular, dado el carácter marcadamente fragmentario de su cadena operativa. En relación a esto, los productos de talla presentan una mejor textura y trabajabilidad que los núcleos, lo que podría apuntar a dos opciones: 1) que los núcleos de mejor calidad se introducían en la cueva y se transportaban de nuevo al exterior, dejando los productos en el interior una vez utilizados, o 2) introducían estas lascas y herramientas retocadas ya producidas, dejándolas en el interior de la cueva (García-Medrano et al., 2014). Esto puede responder a estrategias expeditivas, cuando los núcleos se tallan en el momento en que se necesitan lascas (opción 1), o a estrategias *curated*, cuando se obtienen lascas en previsión de un futuro uso (opción 2) (Nelson, 1991). La distinción entre ambos tipos de estrategias no siempre es fácil de determinar, y especialmente en contextos caracterizados por ser palimpsestos de múltiples ocupaciones. Sin embargo, ambos comportamientos no son mutuamente excluyentes, ya que los comportamientos expeditivos y *curated* pueden entrelazarse (Nelson, 1991). En este sentido, destaca un núcleo de sílex neógeno de grandes dimensiones recuperado en GIIIa, similar a algunos núcleos de grandes dimensiones recuperados en TD6.2, que indicaría un comportamiento expeditivo, ya que se

transporta el nódulo para ser tallado *in situ*. No obstante, si las lascas resultantes fueron transportadas posteriormente a otra localización implicaría un comportamiento *curated*. En cualquier caso, en ambas situaciones la adquisición y el transporte de materias primas a una localización implica una anticipación a necesidades futuras. Desde el punto de vista de la reducción, estos conjuntos contienen núcleos explotados de forma unipolar longitudinal muy poco reducidos, especialmente en materiales fluviales, y otros que presentan un mayor grado de reducción y una mayor estructuración y jerarquización volumétrica, como los núcleos centrípetos jerarquizados (especialmente en GIIIa) que podrían estar evidenciando diferentes estrategias de transporte.

Curiosamente, en lo relativo al transporte diferencial en función de la categoría estructural se produce un patrón similar en los conjuntos adscritos al Modo 2 y en aquellos adscritos a un momento de transición Modo 2/Modo 3. La mayoría de los grandes instrumentos muestran cadenas operativas fragmentadas, que reflejan que estos LCTs fueron transportados una vez ya realizados. Esto es visible desde en los picos de la Cala 1 hasta los LCTs recuperados en las diferentes subunidades de Gran Dolina TD10 y Galería GII y GIII, todos los cuales apuntarían a un comportamiento *curated*, en la medida en que estos grandes instrumentos formarían parte del *tool-kit* transportable.

No obstante, tanto en El Barranc de la Boella como en la sierra de Atapuerca las materias primas son de origen local (<5km) (García-Antón, 2016; Mosquera et al., 2016), lo que puede indicar o bien una falta de movilidad general del material lítico, o bien un patrón en el que la producción, el uso y el descarte -y, por lo tanto, la actividad humana- estén estrechamente ligados a las fuentes de materia prima (Ashton, 2008).

Además, para poder evaluar el carácter de *curation* de forma completa, es necesario identificar procesos de reavivado que indiquen que hay una búsqueda en el mantenimiento del filo y, por tanto, que hay una intención de alargar la vida útil de los instrumentos (*sensu* Schiffer, 1987). Sin las evidencias de reavivado, el grado de reducción sólo expresa la cantidad de material que se ha extraído para definir una forma, pero no se puede relacionar directamente con los conceptos de vida útil (Schiffer, 1987) o *curation* (Shott, 1996, 1989; Shott and Sillitoe, 2005).

Por estos motivos no se ha realizado un análisis de la distribución de las curvas de supervivencia con respecto a los grandes instrumentos en esta Tesis Doctoral. Futuros trabajos relacionados con el estudio traceológico de las evidencias de reavivado en los grandes instrumentos de estos conjuntos resultarán de gran interés para tratar este aspecto.

Por último, con respecto a los núcleos, resulta difícil discernir la influencia que tienen tanto los modelos de ocupación -o, mejor dicho, la intensidad de las ocupaciones- como el

comportamiento tecnológico en este mayor grado de reducción, especialmente teniendo en cuenta que los conjuntos de la sierra de Atapuerca analizados presentan contextos tecnológicos muy diferentes o modelos de ocupación y funcionalidad de yacimientos muy distintos. Los resultados de las distribuciones Weibull de los núcleos en estos conjuntos podrían indicar que este tipo de aproximaciones no reflejan necesariamente la intensidad de las ocupaciones en aquellos contextos tecnológicos caracterizados por una adaptación a las constricciones de la materia prima (Modo 1), mientras que en contextos tecnológicos caracterizados por una gestión más independiente de la misma (Transición Modo 2-Modo 3) las curvas de descarte de los núcleos sí que pueden estar relacionadas con la intensidad de las ocupaciones, aunque no necesariamente con la funcionalidad o la duración de las mismas. Por lo tanto, este mayor grado de reducción inferido podría tener relación con los cambios tecnológicos anteriormente descritos en los conjuntos de TD10.2 y TD10.1, y reflejar una conducta tecnológica orientada a la gestión económica más eficiente y efectiva de los recursos litológicos. Esta nueva conducta tecnológica podría suponer un elemento innovador en estos momentos de transición entre el Modo 2 y el Modo 3, y reflejar una forma de gestión de los recursos abióticos diferente, dependiente de las circunstancias de la ocupación, que irían en consonancia con los cambios identificados en las estrategias de subsistencia y en la aparición de nuevos comportamientos tecnológicos.

Sin embargo, es preciso ser prudentes en este aspecto, ya que esto no implica que, en momentos anteriores (o en conjuntos del Modo 2), no exista una gestión económica de los recursos líticos que esté condicionada por el tipo de ocupación, ya que la ausencia en nuestra muestra de conjuntos del Modo 2 que se correspondan a modelos de ocupación intensos limita el análisis de esta cuestión.

En este sentido, sería necesario realizar futuros trabajos que comparen las curvas de descarte de núcleos en distintos conjuntos líticos de Modo 1 y Modo 2 en yacimientos que representen diferentes patrones de ocupación, con el objetivo de inferir posibles cambios en la estructura tecnológica relacionados con una gestión económica dependiente de los contextos funcionales, ocupacionales o ambientales que reflejarían una mayor adaptabilidad al entorno. Esta aproximación no debe restringirse exclusivamente a los núcleos, sino que debe incluir las herramientas retocadas (raederas, denticulados...) y grandes configurados, ya que en estos contextos tecnológicos más “simples”, desde el punto de vista de las dinámicas de explotación, podrían ser los elementos más dependientes del tipo de ocupación, funcionalidad del yacimiento, etc.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

6. CONCLUSIONES

El objetivo principal de esta Tesis Doctoral ha sido investigar la variabilidad en las estrategias de talla documentadas en cada uno de los conjuntos estudiados y evaluar los cambios o continuidades diacrónicas en las estrategias de explotación durante el Pleistoceno inferior y medio en Europa. Para ello, se han seleccionado conjuntos líticos que permitan explorar la variabilidad tanto a nivel diacrónico como sincrónico. De esta manera, en este trabajo se ha abarcado desde industrias de Pleistoceno inferior final (TD6-El Barranc de la Boella), hasta conjuntos del Pleistoceno medio (las diferentes subunidades de TD10 y Galería), en los que se ha podido documentar en algunas subunidades la aparición de nuevos comportamientos tecnológicos, como los *Simple Prepared Cores*, característicos de los conjuntos transicionales entre los Modos 2 y 3.

La selección de estos conjuntos no sólo se debe a aspectos cronológicos, sino que también responde a un criterio de proximidad geográfica, teniendo por un lado Gran Dolina y Galería en el complejo de Atapuerca, y por otro, las tres localidades de El Barranc de la Boella. Esta proximidad permite minimizar el efecto de factores que pueden llegar a influir en la variabilidad tecnológica, como son la disponibilidad, proximidad y abundancia de recursos tanto bióticos como abióticos o las condiciones ambientales. Además, en el caso de Gran Dolina y Galería, la amplitud de sus secuencias arqueostratigráficas permite estudiar los cambios o continuidades diacrónicas, no sólo a nivel estrictamente tecnológico, sino también profundizar en la relación existente entre el comportamiento tecnológico y otros aspectos como los modelos ocupacionales, la funcionalidad del yacimiento y la gestión del entorno.

Este estudio abarca un rango cronológico muy amplio, en donde confluyen multitud de sistemas tecnológicos. Para evitar que la propia diversidad en los enfoques metodológicos aplicados acabe derivando en una sensación de mayor variabilidad en el registro arqueológico, se ha establecido un sistema propio y homogéneo -la definición de las Estructuras Volumétricas de Explotación-, que se ha prediseñado inicialmente y adaptado de forma dinámica durante el proceso de análisis tecnológico. Estas estructuras volumétricas se han definido en base a los atributos técnicos compartidos y diferenciales en los núcleos de los conjuntos, siguiendo como referencia el concepto de campo operativo propuesto de Guilbaud (1995). Abarcar bajo un mismo sistema de análisis conjuntos que cubren más de medio millón de años, y que engloban desde estrategias unipolares longitudinales hasta tipo-Levallois, ha implicado un ejercicio de simplificación que, si bien puede resultar en una limitación en la profundidad descriptiva de algunos aspectos, ha permitido no sólo la comparativa más aséptica

de las diferentes estrategias de talla representadas y la identificación de posibles interrelaciones entre las mismas en cada uno de los conjuntos, sino también la comparativa entre los diferentes conjuntos.

A partir de la definición y caracterización de las diferentes estructuras volumétricas, así como de su peso relativo en cada conjunto, se ha reconstruido el campo operativo para cada uno de los conjuntos analizados, lo que ha permitido definir los cambios y continuidades diacrónicas, así como la naturaleza de éstos.

Por otro lado, este trabajo ha pretendido ir más allá de la simple caracterización de las diferentes estrategias de talla y de sus posibles interrelaciones, y atender a las posibles causas de dicha variabilidad, poniendo el foco en algunos aspectos relevantes como la influencia de las características de la materia prima (por ejemplo, a través de las estimaciones del tamaño de los soportes de partida), la intensidad de las ocupaciones o la función de cada yacimiento.

Esto, junto con la necesidad manifiesta de dotar de una dimensión temporal en la secuencia de reducción a los núcleos descartados procedentes de los conjuntos arqueológicos para reconstruir con mayor precisión el campo operativo, ha derivado en la necesidad de aplicar herramientas analíticas orientadas a inferir el grado de reducción de los núcleos de forma individual.

Las metodologías existentes en la literatura no se ajustaban a las necesidades específicas de este estudio. Por un lado, la revisión experimental realizada en este trabajo demostraba la influencia de las diferentes estrategias de talla y del tamaño de los soportes en algunos de los indicadores propuestos, si bien su contrastación posterior en los conjuntos arqueológicos muestra que estas limitaciones son menores en contextos de gran variabilidad. En segundo lugar, algunas de las metodologías empleadas utilizan atributos técnicos de los núcleos que pueden estar más relacionadas con el “tipo” de estrategia de talla y no tanto con el grado de reducción. Por último, la mayoría de estos índices no están expresados en una escala absoluta continua, lo que dificulta la valoración individual del grado de reducción inferido para cada conjunto.

Esto nos ha llevado a desarrollar una nueva propuesta metodológica, el *Volumetric Reconstruction Method*, que supone una de las principales aportaciones de la presente Tesis Doctoral a los estudios de reducción. La gran ventaja de esta aproximación es la información que proporciona relativa a los soportes empleados a través de la estimación del volumen original, por lo que permite realizar inferencias en los patrones de selección de materias primas. Además, el VRM expresa la relación entre volumen final y volumen original estimado de cada núcleo en términos de porcentaje de volumen extraído, por lo que cada dato obtenido es valorable *per se*, sin la necesidad de comparaciones posteriores.

La eficacia de esta nueva propuesta metodológica ha sido testada experimentalmente, y su evaluación no se ha limitado exclusivamente al análisis de la correlación existente entre los datos reales y los estimados, sino que se ha aplicado un conjunto de test estadísticos para evaluar la precisión y los límites de las estimaciones, así como su aplicabilidad en conjuntos arqueológicos, mediante simulaciones de posibles escenarios a través de remuestreos dirigidos y aleatorios.

Sin embargo, el propio planteamiento del método presenta limitaciones en cuanto a su aplicabilidad en aquellos contextos en los que no se posee información sobre los soportes originales, o éstos están realizados sobre lasca. Siguiendo un procedimiento más conservador, se ha decidido no aplicar dicha metodología en estos casos, optando por el uso y combinación de diferentes aproximaciones.

Otro de los elementos innovadores de este trabajo es la combinación del análisis tecnológico de los núcleos con los estudios de reducción, cuya aplicación a la subunidad TD6.2 de Gran Dolina (Atapuerca) supone la primera aproximación de este tipo en el registro arqueológico del Pleistoceno inferior europeo. Este enfoque se ha empleado posteriormente en las diferentes localidades de El Barranc de la Boella (La Mina, Cala 1, El Forn) y en las diferentes subunidades de Gran Dolina (TD10.4, TD10.3, TD10.2, TD10.1) y de Galería (GIIa, GIIb-GIIIa, GIIIb).

De forma muy sintética, se presentan las principales conclusiones obtenidas de este estudio para cada uno de los conjuntos:

Gran Dolina TD6.2

- Las secuencias de talla muestran ausencia de mantenimiento de las condiciones volumétricas de los núcleos, lo que genera un campo operativo caracterizado por la sucesión e interrelación de las diferentes estructuras volumétricas, en función de los cambios morfológicos que se producen en los núcleos a lo largo de la secuencia de reducción y de las propias circunstancias de la explotación.
- La variabilidad en las estrategias de talla no parece reflejar la existencia de diferentes métodos de talla en sentido estricto, según los cuales se siguen una serie de pasos para llegar a unos objetivos más o menos preconcebidos, sino que son la manifestación de un abanico de soluciones técnicas relacionadas con el momento específico de cada contexto de talla. Este comportamiento tecnológico parece estar más relacionado con la resolución de problemas inmediatos que con el reflejo de esquemas mentales preexistentes al momento de la talla.

- Pese a este comportamiento tecnológico *a priori* más “simple”, los resultados de reducción muestran una gestión diferencial de la materia prima, explotando con una mayor intensidad las litologías más aptas para la talla. Estos resultados son coherentes con los datos proporcionados en estudios previos (Carbonell et al., 1999a; Mosquera et al., 2018), que muestran una selección preferencial de los mejores materiales para la producción de herramientas retocadas.
- Esta conducta tecnológica en lo relativo a las dinámicas de explotación es similar a la del resto de conjuntos del Modo 1 europeo, caracterizadas por una ausencia de estandarización tanto en el proceso de selección de soportes como en las secuencias de talla. Estas secuencias de reducción son, por lo general, cortas y están subordinadas a las características geométricas de las diferentes litologías. Por lo tanto, la variabilidad en las estrategias de talla parece radicar en dos elementos: las propias materias primas y el momento de descarte.
- No obstante, la gestión diferencial de la materia prima en términos de reducción, junto con la presencia de otros elementos (mayor frecuencia de retocados, presencia de lascas de grandes dimensiones...) parecen representar elementos divergentes con respecto al Modo 1 europeo. Esto podría indicar que TD6.2 representase un momento más avanzado en la diversificación (*sensu* Carbonell et al., 2016) (Mosquera et al., 2018), o podría estar relacionado con la mayor intensidad y/o recurrencia de las ocupaciones en TD6.2 que permite registrar un abanico comportamental mayor.

El Barranc de la Boella

- Se ha incrementado el número de LCTs recuperados, lo que refuerza la adscripción al Modo 2 de estos conjuntos líticos, especialmente de la Cala 1 (Mosquera et al., 2016, 2015). No obstante, resulta más interesante que estos LCTs están acompañados de cambios e innovaciones comportamentales relativos a la gestión de la materia prima, la diversificación de las estrategias de talla, la capacidad de producir lascas de gran formato, la fragmentación espacial de las secuencias de reducción, y el uso y gestión del entorno.
- La gestión diferencial entre materias primas se ha podido documentar tanto en el proceso de su captación, en la orientación del objetivo y en la integridad de las cadenas operativas. De este modo, se ha podido documentar el uso preferencial de soportes de gran tamaño de esquisto para los procesos de configuración de grandes instrumentos,

caracterizados por presentar una fragmentación espacio-temporal de las cadenas operativas. En cambio, el sílex, con una selección de soportes más variable, está orientado principalmente a la explotación y a la configuración de retocados de pequeño y mediano formato, cuyas cadenas operativas están completas.

- Las estrategias de explotación identificadas en estos conjuntos muestran una serie de características que pueden indicar un mayor grado de complejidad con respecto a los conjuntos del Modo 1, pero también ciertas continuidades, lo que parece implicar que, a pesar de que existe una mejor gestión volumétrica que permite una mayor independencia en la aplicación de las estrategias de talla con respecto a las constricciones de la materia prima, no supone una ruptura total con respecto al Modo 1 europeo:
 - Respecto a las innovaciones, se ha podido documentar la presencia de núcleos con un cierto grado de estructuración volumétrica, en los que la extracción de lascas está orientada a alargar las secuencias de talla. Esto lleva a plantear la existencia de un *procedural template* -es decir, de una organización más efectiva de las acciones llevadas a cabo durante las secuencias de talla-, que permite reducir la influencia de las características morfológicas de la materia prima.
- En lo que concierne a las continuidades, en estas localidades se evidencia una gestión parcial del volumen a través de las estrategias de talla, combinando estrategias relativamente más estructuradas con otras de tipo expeditivo y oportunista. Estas últimas podrían estar vinculadas a los modelos ocupacionales reflejados en estas localidades.
- Los primeros conjuntos del Pleistoceno medio europeo continúan con esta tendencia de aparición de innovaciones graduales en las dinámicas de explotación (mayor frecuencia de estrategias centrípetas, aparición de *giant cores*...), cambios que parecen reflejar una gestión del volumen más independiente de las características geométricas de las materias primas y un mayor grado de anticipación. No obstante, estos cambios no son homogéneos ni lineales desde un punto de vista temporal y geográfico.
- Con respecto a los *Large Cutting Tools*, su presencia o ausencia parece venir dada por la funcionalidad de cada localidad en El Barranc de la Boella. En la Cala 1 estos

grandes instrumentos están caracterizados por la configuración de triedros, en donde se han podido distinguir hasta tres estrategias de configuración distintas: 1) selección de cantos con morfologías más propicias que permiten reducir la intensidad de la configuración, restringida a la punta; 2) configuración de picos a través de series más largas y complejas y 3) producción de grandes lascas o *split-cobbles* para su configuración posterior.

- Estos grandes instrumentos indican comportamientos similares en cuanto a lo que parecen ser rasgos compartidos con los conjuntos del Modo 2 europeo previos a los 600ka, entre los que destacan la independencia con respecto a la geometría de la materia prima, la conducta anticipatoria, la baja frecuencia de LCTs -siempre asociados a *heavy-duty tools*- y la baja frecuencia de la producción y configuración de *heavy duty tools* en lascas de gran formato.
- En cambio, en el Barranc de la Boella se produce una ausencia virtual de la gestión bifacial, representada en estas localidades solo a través de *chopping tools* y del *cleaver-like tool* en el caso de El Forn, mientras que los yacimientos europeos con LCTs del Pleistoceno medio inicial se caracterizan en su mayoría por presentar herramientas con una gestión bifacial, de gran variabilidad tecno-tipológica y por la ausencia o frecuencia muy residual de triedros.

Gran Dolina TD10

- En lo referente a la evolución diacrónica a lo largo de las subunidades de TD10 se pueden observar una serie de cambios de carácter gradual:

TD10.4 - TD10.3

- Con respecto a TD10.4 y TD10.3, más allá de su definición como Modo 2, los análisis realizados han permitido inferir un campo operativo bimodal, caracterizado por una gran variabilidad en las estructuras volumétricas de explotación y por la adecuación de éstas en función de las características morfológicas de los soportes de partida. Esto parece apuntar a una conducta anticipatoria muy marcada, en donde el proceso de selección de las materias primas tendría un papel predominante dentro del sistema técnico.
- Este proceso de selección diferencial se manifiesta no sólo en las dinámicas de explotación, sino también en la selección de soportes en función del objetivo. De este

modo, los cantos empleados en la producción de grandes instrumentos presentan características dimensionales diferentes a aquellos empleados en la explotación.

TD10.2

- En TD10.2 se produce un cambio en la orientación del espacio morfotécnico, proceso que hemos definido como “especialización generalista”, caracterizado por una mayor frecuencia de estrategias centrípetas, que presentan una marcada variabilidad interna.
- Destaca la presencia de cinco *Simple Prepared Cores*, cuya concepción volumétrica se puede definir como tipo-Levallois, pero, por lo general, caracterizados por una ausencia en la preparación de las plataformas de percusión (restringida a la creación de planos de percusión) y en la preparación y mantenimiento de las convexidades latero-distales de las superficies de explotación.
- Además, se produce un incremento porcentual de las estrategias multipolares ortogonales y de los núcleos en estadios de reducción incipiente, que, junto con la generalización de estrategias centrípetas, parecen indicar un aprovechamiento más intenso y efectivo de la materia prima, que se refleja en un incremento en la duración de las secuencias de reducción y en un mayor agotamiento volumétrico de los soportes.

TD10.1

- Continúa este proceso de especialización hacia estrategias centrípetas, en el que destaca un uso más diversificado de las materias primas, lo que indica una mayor independencia en la aplicación de las estrategias de talla en función de las características de éstas.
- De igual manera, se produce una mayor diversificación con respecto a otras estrategias representadas, cuya morfología final puede resultar similar a los núcleos centrípetos. No obstante, a diferencia de éstos, la gestión se realiza mediante series de explotación cortas, en donde no se produce una gestión articulada entorno al perímetro de los soportes.

Teniendo en cuenta toda la **secuencia de Gran Dolina TD10**, los cambios registrados en las dinámicas de explotación se producen de forma paralela a cambios en las estrategias de

subsistencia y de captación de recursos litológicos, a la aparición de ciertas innovaciones tecnológicas y al descenso porcentual de los grandes instrumentos, en favor de herramientas retocadas de pequeño y mediano formato, especialmente a partir de TD10.2.

Galería

- Respecto a las dinámicas de explotación, se producen algunos cambios diacrónicos a lo largo de la secuencia, que transcurren en paralelo a ciertas continuidades:
 - En lo relativo a los cambios diacrónicos, se documenta, de forma similar a la secuencia de TD10, una tendencia al aumento en la frecuencia de estrategias centrípetas.
 - Este proceso se empieza a observar en GIIb, con una mayor representación de estas estrategias, especialmente sobre lascas de sílex neógeno. Sin embargo, este proceso alcanza su culmen en GIIIa, ya que 1) este tipo de estrategias se aplican tanto a cantos y nódulos como a lascas de diferentes litologías, mostrando un mayor grado de independencia respecto a las condiciones morfo-volumétricas impuestas por los soportes de partida, y 2) aparecen núcleos de tipo *SPC*, cuya concepción volumétrica es similar a la de los núcleos de TD10.2 y TD10.1. Por último, en GIIIb desciende de nuevo el peso relativo de las modalidades centrípetas.
 - En lo que respecta a las continuidades, a lo largo de la secuencia arqueostratigráfica se documenta una adecuación en la aplicación de las estrategias de talla en función de la materia prima y del tipo de soporte.
- Estos cambios en las estrategias de explotación no van acompañados de un descenso en la presencia de los grandes instrumentos, que se mantiene relativamente constante a lo largo de la secuencia. Esta “estabilidad tecnológica” posiblemente esté relacionada con la funcionalidad del yacimiento y la baja intensidad de las ocupaciones, aspectos que se mantienen constantes en toda la secuencia arqueológica de Galería.

Las diferencias en las tendencias registradas en estas dos secuencias, independientemente de la “paradoja cronológica” (ver Ollé et al., 2016), junto con las diferentes tendencias evidenciadas en el registro europeo, muestran cómo las respuestas adaptativas son muy variables y diversas, en función no sólo de cada contexto regional o ambiental, sino de las

propias modalidades ocupacionales registradas en cada yacimiento, lo que sugiere un modelo transicional en mosaico entre el Modo 2 y 3 (Moigne et al., 2016; Moncel et al., 2011, 2020a, 2012; Straus, 2009, 2007).

Se retrasa la aparición de los núcleos centrípetos jerarquizados (*SPC*) a TD10.2, cuya concepción volumétrica se puede definir de tipo-Levallois, que junto con la menor presencia de grandes instrumentos podría indicar una evolución local del Modo 2 al Modo 3, lo que parece ir en consonancia con lo registrado en algunas grandes secuencias arqueostratigráficas en Europa.

En este modelo transicional, estos *SPC*, generalmente caracterizados por la ausencia de algunos elementos propiamente predeterminantes, podrían reflejar -al menos en sus momentos iniciales (MIS 12-MIS 9)-, un mayor grado de flexibilidad y adaptabilidad dentro de cada contexto tecnológico particular.

Como hemos visto, al tratarse de una aproximación novedosa, la falta de estudios de referencia que nos permitan comparar los resultados obtenidos ha supuesto un factor limitante en el alcance interpretativo de nuestro trabajo. Pese a esto, los resultados alcanzados se han discutido desde una perspectiva más amplia, en una escala macrorregional (subcontinente europeo), orientando la discusión en función de las problemáticas específicas de cada contexto cronológico y tecnológico a nivel europeo, tratando de integrar la información relativa a la variabilidad de las estrategias de explotación en un marco mucho más extenso, como, por ejemplo:

- El papel de las materias primas en contextos técnicos del Modo 1.
- Los procesos implicados en la llegada o aparición del Modo 2 en Europa.
- Las innovaciones y continuidades tecnológicas y comportamentales que acompañan a la aparición de los *Large Cutting Tools*.
- El papel de estos *LCTs* como elementos definidores de la variabilidad del Modo 2 europeo.
- La relación entre forma y función, ejemplificada a través de la revisión de la relación entre megaherbívoros y grandes instrumentos durante el Pleistoceno inferior y medio europeo.
- La aparición de nuevos elementos en las dinámicas de explotación, ya bien entrado el Pleistoceno medio, como los *Simple Prepared Cores*, así como sus posibles implicaciones tecno-cognitivas.

Por otra parte, el estudio de la reducción en los núcleos ha permitido explorar la capacidad inferencial de este tipo de aproximaciones metodológicas en conjuntos del Pleistoceno inferior y medio europeo. De nuevo, al tratarse de la primera aproximación de esta índole en estos

conjuntos, no ha sido posible tener un marco interpretativo referencial. Pese a ello, se ha podido comprobar cómo el estudio de la reducción en núcleos es un elemento con un gran potencial inferencial en lo que respecta a la intensidad y recurrencia de las ocupaciones y a la gestión diferencial de la materia prima, perdiendo potencial como elemento definidor de la funcionalidad del yacimiento.

El presente trabajo muestra cómo mediante la combinación de diferentes aproximaciones metodológicas orientadas al estudio de la reducción (en este caso, SDI y VRM) se puede potenciar la resolución de los resultados obtenidos, recortando las limitaciones propias de cada método.

Los resultados obtenidos a través de la comparativa de las distribuciones Weibull muestran cambios en las curvas de descarte, que se han podido registrar en aquellos conjuntos que presentan una ocupación más intensa o recurrente (TD10.2 y *Lower* TD10.1), aunque su funcionalidad sea diferente. Estos cambios en las dinámicas de descarte pueden indicar una nueva conducta tecnológica más interrelacionada con las circunstancias de la ocupación, que irían en consonancia con las innovaciones documentadas en las estrategias de subsistencia y en la aparición de nuevos comportamientos tecnológicos, orientados a una gestión más intensa y efectiva de los recursos.

Mientras, en aquellos contextos tecnológicos subordinados a las constricciones de la materia prima, como TD6.2 -aun tratándose de ocupaciones intensas y/o recurrentes-, las variaciones en el momento de descarte podrían estar más vinculadas al contexto particular de cada secuencia de talla y ser más independientes de la intensidad de las ocupaciones.

Por estos motivos, la presente Tesis Doctoral constituye el primer paso de un nuevo marco de referencia para el estudio tecnológico a través de la reducción en núcleos de conjuntos Pleistocenos, que ha de ser ampliado necesariamente. Mediante la ampliación de este *corpus* referencial en diferentes contextos -tecnológicos, cronológicos y ocupacionales- que permitan abarcar y comparar una mayor variabilidad de escenarios, se podrá profundizar en mayor medida en la respuesta adaptativa a las condiciones ambientales a través de los procesos tecnológicos por parte de los grupos humanos, así como adentrarse de forma más precisa en las dinámicas de evolución cultural.

Conclusions

The main goal of this PhD has been to investigate the variability in the knapping strategies documented in each of the assemblages studied and to evaluate technological diachronic changes and continuities throughout the Early and Middle Pleistocene in Europe. For this purpose, lithic assemblages have been selected to explore variability at both diachronic and synchronic levels. In this way, this work has included late Early Pleistocene industries (TD6-El Barranc de la Boella) to Middle Pleistocene assemblages (the different sub-units of TD10 and Galería), in which the appearance of new technological behaviours has been documented in some sub-units, such as the Simple Prepared Cores, characteristic of the transitional assemblages between Modes 2 and 3.

The selection of these assemblages has followed not only chronological, but also geographical proximity criterion, with Gran Dolina and Galería in the Atapuerca complex on the one hand, and the three localities of El Barranc de la Boella on the other. This proximity limits the effect of external factors that can influence technological variability, such as the availability, proximity and abundance of biotic and abiotic resources and environmental conditions. Furthermore, in the case of Gran Dolina and Galería, the breadth of their archaeo-stratigraphic sequences allows us to study diachronic changes or continuities, not only at a strictly technological level, but also to study the relationship between technological behaviour and other aspects such as occupational models, site functionality and environmental management.

This study covers a very wide chronological range, where a multitude of technological systems confluence. In order to prevent the diversity of the applied methodological approaches from leading to a greater sense of variability in the archaeological record, we have established our own homogeneous system -the definition of the Volumetric Structures of Exploitation-, which was initially pre-designed and dynamically adapted during the process of technological analysis. These volumetric structures have been defined based on the shared and differential technical attributes in the cores of the assemblages, following the concept of operatory field proposed by Guilbaud (1995). Applying the same system of analysis to assemblages spanning more than half a million years- and ranging from longitudinal unipolar strategies to Levallois-type- has implied an exercise of simplification which, although it may result in a limitation in the descriptive depth of some aspects, has allowed not only a more aseptic comparison of the different knapping strategies – and the identification of possible relations among them within the assemblages-, but also the comparison between the different assemblages.

Based on the definition and characterisation of the different volumetric structures, as well as their relative weight in each group, the operatory field has been reconstructed for each of the assemblages analysed, which has made it possible to define the diachronic changes and continuities, as well as their characteristics.

Moreover, this work has sought to go beyond the simple characterisation of the different knapping strategies and their possible interrelationships, addressing the possible causes of this variability, focusing on some relevant aspects such as the influence of the raw material characteristics (for example, through estimates of the volume of the original blanks), the occupation intensity or the site function of each archaeological site.

This, together with the obvious need to provide a temporal dimension in the reduction sequence of the discarded cores from the archaeological assemblages to reconstruct the operatory field with greater precision, has led to the need to apply analytical tools aimed at inferring the degree of reduction of individual cores.

The pre-existing methodologies did not fit the specific needs of this study. On the one hand, the experimental review carried out in this work demonstrated the influence of the different knapping strategies and the blank size on some of the proposed proxies, although their subsequent testing in the archaeological assemblages shows that these limitations are lesser in contexts of great variability. Secondly, some of the employed methodologies rely on technical attributes of the cores that may be more related to the 'type' of knapping strategy and less to the degree of reduction. Finally, most of these indexes are not expressed on a continuous absolute scale, which makes it difficult to individually assess the degree of reduction inferred for each assemblage.

This has led us to develop a new methodological proposal, the Volumetric Reconstruction Method, which constitutes one of the main contributions of this work. The great advantage of this approach is the information it provides on the blanks used through the estimation of the original volume, allowing inferences on the selection patterns of raw materials. Moreover, the VRM expresses the ratio between the final volume and the estimated original volume of each core in terms of percentage of extracted volume, so that each data obtained is valuable per se, without the need for subsequent comparisons.

The effectiveness of this new methodological proposal has been tested experimentally, and its evaluation has not been exclusively limited to the correlation between real and estimated data. On the contrary, a set of statistical tests has been applied to evaluate the accuracy and limits of the estimations, as well as their applicability in archaeological assemblages, by means of simulations of possible scenarios through directed and random resampling.

However, the approach of the method itself has limitations in terms of its applicability in contexts where there is no information on the original blanks, or where these are made on flakes. Following a more conservative procedure, it has been decided not to apply this methodology in these cases, opting instead for the combination of different approaches.

Another innovative element of this work is the combination of the technological analysis of cores with reduction studies, whose application to subunit TD6.2 from Gan Dolina (Atapuerca) represents the first approach of this type in the archaeological record of the European Early Pleistocene. This approach has subsequently been used in the different localities of El Barranc de la Boella (La Mina, Cala 1, El Forn) and in the different sub-units of Gran Dolina (TD10.4, TD10.3, TD10.2, TD10.1) and Galería (GIIa, GIIb-GIIIa, GIIIb).

The main conclusions drawn from this study for each of the assemblages are summarised below:

Gran Dolina TD6.2

- The knapping sequences show an absence of maintenance of the volumetric conditions of the cores, which generates an operatory field characterised by the succession and interrelation of the different volumetric structures, depending on the morphological changes that occur in the cores throughout the reduction sequence and on the circumstances of the exploitation itself.
- The variability in knapping strategies does not seem to reflect the existence of different knapping methods in the strict sense, according to which a series of steps are followed to reach preconceived objectives, but rather they are the manifestation of a range of technical solutions related to the specific moment of each knapping context. This technological behaviour seems to be more related to the resolution of immediate problems than to the reflection of pre-existing mental schemes.
- Despite this *a priori* "simpler" technological behaviour, the reduction results show a differential management of the raw material, exploiting with greater intensity the lithologies most suitable for knapping. These results are consistent with the data provided in previous studies (Carbonell et al., 1999a; Mosquera et al., 2018), which show a preferential selection of the best materials to produce retouched tools.
- In terms of exploitation dynamics, this technological behaviour is similar to that of the rest of the European Mode 1 assemblages, characterised by an absence of standardisation both in the support selection process and the knapping sequences.

These reduction sequences are generally short and subordinated to the geometric characteristics of the different lithologies. Therefore, the variability in knapping strategies seems to be rooted in two elements: the raw materials themselves and the moment of discarding.

- However, the differential management of the raw material in terms of reduction, together with the presence of other elements (greater frequency of retouches, presence of large flakes...) seem to show divergent elements with respect to European Mode 1. This could indicate that TD6.2 represents a more advanced moment in diversification (*sensu* Carbonell et al., 2016) (Mosquera et al., 2018), or it could be related to the greater intensity and/or recurrence of the occupations in TD6.2, allowing a larger behavioural range to be recorded.

El Barranc de la Boella

- The number of recovered LCTs has increased, which reinforces the Mode 2 ascription of these lithic assemblages, especially from Cala 1 (Mosquera et al., 2016, 2015). These LCTs are accompanied by behavioural changes and innovations related to raw material management, knapping strategies diversification, large-sized flake production, spatial fragmentation of reduction sequences, and environmental management.
- The differential management of raw materials has been documented on their selection process, knapping objective and integrity of the reduction sequences. Thus, it has been possible to document the preferential use of large-sized schist blanks for shaping large tools, characterised by the spatial-temporal fragmentation of the reduction sequence. Complementary, chert, with a more variable blank selection, is mainly oriented towards the exploitation and configuration of small and medium-sized retouched tools, whose reduction sequence are complete.
- The exploitation strategies identified in these assemblages show features that may indicate a greater degree of complexity regarding Mode 1 assemblages, but also certain continuities, which seems to imply that, although there is a better volumetric management allowing greater independence on the application of knapping strategies with respect to the constraints of the raw material, it does not represent a total break with respect to the European Mode 1:

- Regarding innovations, it has been possible to document the presence of cores with a certain degree of volumetric structuring, in which the extraction of flakes is oriented to lengthen the knapping sequences. This suggests the existence of a procedural template, i.e. a more effective organisation of the actions carried out during the knapping sequences, allowing to reduce the influence of the morphological characteristics of the raw material.
- There is evidence of a partial management of volume through knapping strategies, combining relatively more structured strategies with others of an expeditious and opportunistic type. The latter could be linked to the occupational patterns reflected in these localities.
- The Early to Middle Pleistocene European assemblages continue this trend of gradual innovations in exploitation dynamics (greater frequency of centripetal strategies, appearance of giant cores...), changes that seem to reflect a volume management that is more independent of the geometric characteristics of the raw materials and shows a greater anticipation degree. However, these changes are neither homogeneous nor linear from a temporal and geographical point of view.
- Regarding Large Cutting Tools, their presence or absence seems to be determined by the functionality of each locality. In Cala 1 these large tools are characterised by the configuration of trihedral picks, where it has been possible to distinguish up to three different configuration strategies: 1) blank selection with more favourable morphologies requiring less reduction to be configured, restricted to the tip; 2) configuration of picks through longer and more complex series and 3) production of large flakes or split-cobbles for subsequent configuration.
- These large tools indicate similar behaviours in terms of what appear to be shared traits with pre-600ka European Mode 2 assemblages, including independence with respect to raw material geometry, anticipatory behaviour, low frequency of LCTs - always associated with heavy-duty tools- and low frequency of large cutting tool on flakes.
- In contrast, in Barranc de la Boella there is a virtual absence of bifacial management, represented in these localities only by chopping tools and the cleaver-like tool in the case of El Forn, while the European sites with LCTs from the early Middle Pleistocene

are mostly characterised by tools with bifacial management, high techno-typological variability and the absence or very residual frequency of trihedral picks.

Gran Dolina TD10

- Regarding the diachronic evolution along the TD10 subunits, a series of gradual changes can be observed:

TD10.4 - TD10.3

- With respect to TD10.4 and TD10.3, beyond their definition as Mode 2, the analyses carried out have allowed us to infer a bimodal operatory field, characterised by a great variability in the volumetric structures of exploitation, and by the adaptation of these structures according to the morphological characteristics of the original blanks. This seems to point to a very marked anticipatory behaviour, where the raw material selection process would have a predominant role within the technical system.
- This process of differential selection is manifested not only in the dynamics of exploitation, but also in the selection of blank according to the objective. Thus, the edges used in the production of large tools have different dimensional characteristics to those used in mining.

TD10.2

- In TD10.2 there is a change in the orientation of the morphotechnical space, a process that we have defined as "generalist specialisation", characterised by a greater frequency of centripetal strategies, which present a marked internal variability.
- The presence of five Simple Prepared Cores, whose volumetric conception can be defined as Levallois-type, stands out, but, in general, they are characterised by an absence of percussion platforms preparation (restricted to the creation of percussion planes) and by the preparation and maintenance of the latero-distal convexities of the exploitation surfaces.
- In addition, there is a percentage increase in orthogonal multipolar strategies and cores in incipient reduction stages, which, together with the generalisation of centripetal strategies, seem to indicate a more intense and effective exploitation of the raw

material, reflected in an increase in the duration of the reduction sequences and in a greater volumetric exhaustion of the blanks.

TD10.1

- This specialisation process towards centripetal strategies continues, with a more diversified use of raw materials, indicating a greater independence in the application of knapping strategies depending on the characteristics of the raw materials.
- Similarly, there is greater diversification with respect to other strategies represented, whose final morphology may be similar to the centripetal cores. However, unlike the latter, the management is carried out by means of short series of exploitation, where there is no articulated management around the perimeter of the blanks.
- Considering the whole sequence at Gran Dolina TD10, the changes recorded in the exploitation dynamics occur in parallel with changes in subsistence strategies and in raw material procurements, the appearance of certain technological innovations and a decrease in the percentage of large tools in favour of small and medium-sized retouched tools, especially from TD10.2 onwards.

Galería

- Regarding the exploitation dynamics, there are some diachronic changes throughout the sequence, running parallel to certain continuities:
 - Regarding diachronic changes, a trend towards an increase in the frequency of centripetal strategies is documented, similar to the TD10 sequence.
 - This process begins to be observed in GIIb, with a greater representation of these strategies, especially on Neogene flint flakes. However, this process reaches its peak in GIIIa, since 1) this type of strategy is applied both to cobbles and nodules, and to flakes of different lithologies, showing a greater degree of independence with respect to the morpho-volumetric conditions imposed by the original blanks, and 2) SPC type cores appear, whose volumetric conception is similar to that of the cores from TD10.2 and TD10.1. Finally, in GIIIb the relative weight of centripetal modalities decreases again.

- As far as continuities are concerned, throughout the archaeo-stratigraphic sequence we document an adaptation in the application of knapping strategies according to the raw material and blank's type.
- These changes in exploitation strategies are not accompanied by a decrease in the presence of large cutting tools, which remains relatively constant throughout the sequence. This "technological stability" is possibly related to the functionality of the site and the low intensity of the occupations, aspects that remain constant throughout the Galería archaeological sequence.

The differences recorded in these two sequences, regardless of the "chronological paradox" (see Ollé et al., 2016a), together with the different trends evidenced in the European record, show how adaptive responses are highly variable and diverse, depending not only on each regional or environmental context, but also on the very occupational modalities identified in each site, suggesting a mosaic transitional model between Mode 2 and 3 (Moigne et al., 2016; Moncel et al., 2011, 2020a, 2012; Straus, 2009, 2007).

The appearance of the hierarchical centripetal cores (SPC) is delayed to TD10.2, whose volumetric conception can be defined as Levallois-type, which together with the lower presence of large tools could indicate a local evolution from Mode 2 to Mode 3, in line with what has been recorded in some large archaeo-stratigraphic sequences in Europe.

In this transitional model, these SPCs, generally characterised by the absence of some properly predetermining elements, could reflect - at least in their initial stage of appearance (MIS 12- MIS 9) - a greater degree of flexibility and adaptability within each particular technological context.

As we have seen, this being a novel approach, the lack of reference studies allowing us to compare results has been a limiting factor in the interpretative scope of our work. Despite this, the achieved results have been discussed from a broader perspective, on a macro-regional scale (European subcontinent), orienting the discussion according to the specific problems of each chronological and technological context at a European level, trying to integrate the information relating to the variability of the exploitation strategies in a much broader framework, such as, for example:

The role of raw materials in Mode 1 technical contexts.

- The processes involved on the arrival or emergence of Mode 2 in Europe.
- The technological and behavioural innovations and continuities accompanying the emergence of Large Cutting Tools.

- The role of these LCTs as defining elements of European Mode 2 variability.
- The relationship between form and function, exemplified through a review of the relationship between megaherbivores and large tools during the European Lower and Middle Pleistocene.
- The appearance of new elements in the dynamics of exploitation, well into the Middle Pleistocene, such as the Simple Prepared Cores, as well as their possible techno-cognitive implications.

Moreover, the study of core reduction has allowed us to explore the inferential capacity of this type of methodological approach in Lower and Middle Pleistocene European assemblages. Once again, as this is the first approach of this kind in these assemblages, it has not been possible to have a referential interpretative framework. Nevertheless, it has been possible to verify how the study of core reduction is an element with great inferential potential in terms of the intensity and recurrence of the occupations and the differential management of raw materials, losing potential as a defining element of the functionality of the site.

This paper shows how the combination of different methodological approaches to the study of reduction (in this case, SDI and VRM) can enhance the resolution of the results obtained, reducing the limitations of each method.

The results obtained through the comparison of the Weibull distributions show changes in the discard curves, which have been recorded in those assemblages with more intense or recurrent occupation (TD10.2 and Lower TD10.1), although their functionality is different. These changes in the discard dynamics may indicate a new technological behaviour, more related with the occupation circumstances, in line with the innovations documented for the subsistence strategies and with the appearance of new technological behaviours, oriented towards a more intense and effective management of resources.

Meanwhile, in those technological contexts subordinated to raw material constraints, such as TD6.2 -even in the case of intense and/or recurrent occupations-, the variations in the moment of discard could be associated to the particular context of each knapping sequence and be more independent of the intensity of the occupations.

For these reasons, the present doctoral thesis constitutes the first step in a new frame of reference for the technological study through the reduction in cores of Pleistocene assemblages, which must necessarily be extended. By extending this reference corpus in different contexts -technological, chronological and occupational- allowing a greater variability of scenarios to be covered and compared- it will be possible to delve more deeply into human adaptive response to environmental conditions through technological processes, as well as to gain detailed insights cultural evolution dynamics.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

7. REFERENCIAS

- Abruzzese, C., Aureli, D., Rocca, R., 2016. Assessment of the Acheulean in Southern Italy: New study on the Atella site (Basilicata, Italy). *Quat. Int.* 393, 158–168. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.06.005>
- Adamenko, O.M., Gladiline, V.N., 1989. Korolevo, un des plus anciens habitats acheuléens et moustériens de Transcarpatie soviétique. *Anthropologie.* 93, 689–712.
- Aguirre, E., Basabe, J.M., Torres, T., 1976. Los fósiles humanos de Atapuerca (Burgos): Nota preliminar. *Zephyrus XXVI–XXVII*, 489–511.
- Aguirre, E., de Lumley, M.-A., 1977. Fossil men from atapuerca, Spain: Their bearing on human evolution in the middle pleistocene. *J. Hum. Evol.* 6, 681–688.
- Allué, E., Cáceres, I., Expósito, I., Canals, A., Rodríguez, A., Rosell, J., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2015. Celtis remains from the Lower Pleistocene of Gran Dolina, Atapuerca (Burgos, Spain). *J. Archaeol. Sci.* 53, 570–577. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.11.016>
- Almogi-Labin, A., 2011. The paleoclimate of the Eastern Mediterranean during the transition from early to mid Pleistocene (900 to 700 ka) based on marine and non-marine records: An integrated overview. *J. Hum. Evol.* 60, 428–36. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2010.03.007>
- Álvarez-Posada, C., Parés, J.M., Sala, R., Viseras, C., Pla-Pueyo, S., 2017. New magnetostratigraphic evidence for the age of Acheulean tools at the archaeo-palaeontological site “Solana del Zamborino” (Guadix – Baza Basin, S Spain). *Sci. Reports* 2017 71 7, 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14024-5>
- Ameloot-Van der Heijden, N., 1993. L’ensemble lithique du gisement de Longavesnes (Somme): Illustration d’un problème de reconnaissance du débitage Levallois dans une industrie à bifaces de la phase ancienne du Paléolithique moyen. *Bull. la Société Préhistorique Française* 90, 257–264.
- Andrefsky, W.J., 2009. The analysis of stone tool procurement, production, and maintenance. *J. Archaeol. Res.* 17, 65–103.
- Andrefsky, W.J., 2008. *Lithic Technology: Measures of Production, Use and Curation.* Cambridge University Press, Cambridge.

- Andrefsky, W.J., 2006. Experimental and archaeological verification of an index of retouch for hafted bifaces. *Am. Antiq.* 71, 743–757.
- Andrefsky, W.J., 1998. *Lithics: Macroscopic Approaches to Analysis*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge University Press, New York.
- Andrefsky, W.J., 1994. Raw-Material Availability and the Organization of Technology. *Am. Antiq.* 59, 21–34.
- Antoine, P., Moncel, M.H., Voinchet, P., Locht, J.-L., Amselem, D., Hérison, D., Hurel, A., Bahain, J.-J., 2019. The earliest evidence of Acheulian occupation in Northwest Europe and the rediscovery of the Moulin Quignon site, Somme valley, France. *Sci. Rep.* 9, 13091. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49400-w>
- Anzidei, A.P., Bulgarelli, G.M., Catalano, P., Cerilli, E., Gallotti, R., Lemorini, C., Milli, S., Palombo, M.R., Pantano, W., Santucci, E., 2012. Ongoing research at the late Middle Pleistocene site of La Polledrara di Cecanibbio (central Italy), with emphasis on human–elephant relationships. *Quat. Int.* 255, 171–187. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2011.06.005>
- Arnold, L.J., Demuro, M., Parés, J.M., Pérez-González, A., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2015. Evaluating the suitability of extended-range luminescence dating techniques over early and Middle Pleistocene timescales: Published datasets and case studies from Atapuerca, Spain. *Quat. Int.* 389, 167–190.
- Arsuaga, J.L., Martínez, I., Arnold, L.J., Aranburu, A., Gracia-Téllez, A., Sharp, W.D., Quam, R.M., Falguères, C., Pantoja-Pérez, A., Bischoff, J., Poza-Rey, E., Parés, J.M., Carretero, J.M., Demuro, M., Lorenzo, C., Sala, N., Martín-Torres, M., García, N., Alcázar de Velasco, A., Cuenca-Bescós, G., Gómez-Olivencia, A., Moreno, D., Pablos, A., Shen, C.C., Rodríguez, L., Ortega, A.I., García, R., Bonmatí, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2014. Neandertal roots: Cranial and chronological evidence from Sima de los Huesos. *Science*. 344, 1358–1363.
- Arsuaga, J.L., Martínez, I., Gracia, A., Carretero, J.M., Carbonell, E., 1993. Three new human skulls from the Sima de los Huesos Middle Pleistocene site in Sierra de Atapuerca, Spain. *Nature* 362, 534–537.
- Arsuaga, J.L., Martínez, I., Gracia, A., Carretero, J.M., Lorenzo, C., García, N., Ortega, A.I., 1997. Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Spain). The site. *J. Hum. Evol.* 33, 109–127.
- Arzarello, M., 2003. Contributo allo studio del comportamento tecno-economico dell'uomo di

- Neandertal: l'industria litica della serie musteriana del Riparo Tagliente (Stallavena di Grezzana, Vr, Italia). Università degli Studi di Ferrara. Ph.D.Thesis.
- Arzarello, M., Peretto, C., 2010. Out of Africa: the first evidence of Italian peninsula occupation. *Quat. Int.* 223–224, 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.01.006>.
- Ascher, R., 1968. Time's Arrow and the Archaeology of a Contemporary Community., in: Chang, K.C. (Ed.), *Settlement Archaeology*. National Press Books, Palo Alto, pp. 43–52.
- Ashton, N., 2008. Transport, curation and resharpening of lithic in the Lower Palaeolithic. *Lithics* 29, 6–17.
- Ashton, N., Davis, R., 2021. Cultural mosaics, social structure, and identity: The Acheulean threshold in Europe. *J. Hum. Evol.* 156, 103011. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2021.103011>
- Ashton, N., Dean, P., McNabb, J., 1991. Flaked flakes: what, where, when and why? *Lithics* 12, 1–11.
- Ashton, N., Irving, B., Lewis, S., Parfitt, S., McNabb, J., 1994. Contemporaneity of Clactonian and Acheulian flint industries at Barnham, Suffolk. *Antiquity* 68, 585–589.
- Ashton, N., Lewis, S., Parfitt, S., Candy, I., Keen, D., AU - Kemp, R., Penkman, K., Thomas, G., Whittaker, J., White, M., 2005. Excavations at the Lower Palaeolithic site at Elveden, Suffolk, UK. *Proc. Prehist. Soc.* 71, 1–61.
- Ashton, N., Lewis, S.G., 2012. The environmental contexts of early human occupation of northwest Europe: The British Lower Palaeolithic record. *Quat. Int.* 271, 50–64. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.10.022>
- Ashton, N., Lewis, S.G., Parfitt, S.A., 1998. Excavations at the Lower Palaeolithic Site at East Farm, Barnham, Suffolk 1989-94. British Museum, London.
- Aureli, D., Contardi, A., Giaccio, B., Jicha, B., Lemorini, C., Madonna, S., Magri, D., Marano, F., Milli, S., Modesti, V., Palombo, M.R., Rocca, R., 2015. Palaeoloxodon and Human Interaction: Depositional Setting, Chronology and Archaeology at the Middle Pleistocene Ficoncella Site (Tarquinia, Italy). *PLoS One* 10, e0124498. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0124498>
- Aureli, D., Contardi, A., Giaccio, B., Modesti, V., Palombo, M.R., Rozzi, R., Sposato, A., Trucco, F., 2012. Straight-tusked elephants in the Middle Pleistocene of northern Latium: Preliminary report on the Ficoncella site (Tarquinia, central Italy). *Quat. Int.* 255, 29–35.

- Baena, J., Lordkipanidze, D., Cuartero, F., Ferring, R., Zhvania, D., Martín, D., Shelia, T., Bidzinashvili, G., Roca, M., Rubio, D., 2010. Technical and technological complexity in the beginning: The study of Dmanisi lithic assemblage. *Quat. Int.* 223–224, 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.01.019>.
- Bamforth, D.B., 1990. Settlement, raw material, and lithic procurement in the central Mojave Desert. *J. Anthropol. Archaeol.* 9, 70–104. [https://doi.org/10.1016/0278-4165\(90\)90006-Y](https://doi.org/10.1016/0278-4165(90)90006-Y)
- Barkai, R., 2019. An elephant to share: rethinking the origins of meat and fat sharing in Palaeolithic societies, in: Lavi, N., Friesem, D.E. (Eds.), *Towards a Broader View of Hunter-Gatherer Sharing*. McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge, pp. 153–167.
- Barroso Ruíz, C., Botella Ortega, D., Caparrós, M., Moigne, A.M., Celiberti, V., Testu, A., Barsky, D., Notter, O., Riquelme Cantal, J.A., Rodríguez, M.P., Carretero León, M.I., Monge Gómez, G., Khatib, S., Saos, T., Gregoire, S., Bailón, S., García Solano, J.A., Cabral Mesa, A.L., Djerrab, A., George Hedley, I., Abdessadok, S., Batalla LLasat, G., Astier, N., Bertin, L., Boulbes, N., Cauche, D., Filoux, A., Hanquet, C., Milizia, C., Moutoussamy, J., Rossoni, E., Verdú Bermejo, L., de Lumley, H., 2011. The Cueva del Angel (Lucena, Spain): An Acheulean hunters habitat in the South of the Iberian Peninsula. *Quat. Int.* 243, 105–126. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.02.021>
- Barsky, D., 2013. The Caune de l’Arago stone industries in their stratigraphical context. *Comptes Rendus - Palevol* 12, 305–325.
- Barsky, D., Celiberti, V., Cauche, D., Grégoire, S., Lebègue, F., Lumley, H. de, Toro-Moyano, I., 2010. Raw material discernment and technological aspects of the Barranco León and Fuente Nueva 3 stone assemblages (Orce southern Spain). *Quat. Int.* 223–224, 201–219. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.12.011>
- Barsky, D., Moigne, A.M., Pois, V., 2019. The shift from typical Western European Late Acheulian to microproduction in unit ‘D’ of the late Middle Pleistocene deposits of the Caune de l’Arago (Pyrénées-Orientales, France). *J. Hum. Evol.* 135, 102650. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2019.102650>
- Barsky, D., Vergès, J.M., Sala, R., Menéndez, L., Toro-Moyano, I., 2015. Limestone percussion tools from the late Early Pleistocene sites of Barranco León and Fuente Nueva 3 (Orce, Spain). *Philos. Trans. R. Soc. London, B Biol. Sci.* 370, 20140352. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0352>.

- Barzilai, O., Malinsky-Buller, A., Ackermann, O., 2006. Kefar Menachem West: A Lower Palaeolithic site in the Southern Shephela, Israel. *J. Isr. Prehist. Soc.* 36, 7–38.
- Bataller, J.R., Vilaseca, S., 1923. Geologia del Camp de Salou. *Butlletí del Cent. Excursion. Catalunya XXXIII*, 5–32.
- Benito-Calvo, A., 2004. Análisis geomorfológico y reconstrucción de paleopaisajes neógenos y cuaternarios en la Sierra de Atapuerca y el valle medio del río Arlanzón. Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral.
- Benito-Calvo, A., Ortega, A.I., Pérez-González, A., Campaña, I., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2017. Palaeogeographical reconstruction of the Sierra de Atapuerca Pleistocene sites (Burgos, Spain). *Quat. Int.* 433, 379–392.
- Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., 2015. Geomorphological map of the Sierra de Atapuerca and the Middle Arlanzón Valley (Burgos, Spain). *J. Maps* 11, 535–544.
- Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., 2007. Erosion surfaces and Neogene landscape evolution in the NE Duero Basin (north-central Spain). *Geomorphology* 88, 226–241.
- Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., 2002. Análisis geomorfológico de la Sierra de Atapuerca y del valle del río Arlanzón (Provincia de Burgos), in: Pérez-González, A., Vegas, J., Machado, M.J. (Eds.), *Aportaciones a La Geomorfología de España En El Inicio Del Tercer Milenio*. pp. 373–383.
- Berger, G.W., Pérez-González, A., Carbonell, E., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Ku, T.L., 2008. Luminescence chronology of cave sediments at the Atapuerca paleoanthropological site, Spain. *J. Hum. Evol.* 55, 300–311. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.02.012>
- Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Carbonell, E., Rosas, A., Martínez, I., Mosquera, M., 1997. A hominid from the lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: Possible ancestor to Neanderthals and modern humans. *Science*. 276, 1392–1395. <https://doi.org/10.1126/science.276.5317.1392>
- Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Cáceres, I., Díez, J.C., Fernández-Jalvo, Y., Mosquera, M., 1999. The TD6 (Aurora stratum) hominid site. Final remarks and new questions. *J. Hum. Evol.* 37, 695–700. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0334>
- Bermúdez de Castro, J.M., Martínón-Torres, M., 2013. A new model for the evolution of the human Pleistocene populations of Europe. *Quat. Int.* 295, 102–112.
- Bermúdez de Castro, J.M., Martínón-Torres, M., Blasco, R., Rosell, J., Carbonell, E., 2013.

Continuity or discontinuity in the European Early Pleistocene human settlement: the Atapuerca evidence. *Quat. Sci. Rev.* 76, 53–65.

Bermúdez de Castro, J.M., Martín-Torres, M., Gómez-Robles, A., Prado-Simón, L., Martín-Francés, L., Lapresa, M., Olejniczak, A., Carbonell, E., 2011. Early Pleistocene human mandible from Sima del Elefante (TE) cave site in Sierra de Atapuerca (Spain): A comparative morphological study. *J. Hum. Evol.* 61, 12–25. <https://doi.org/10.1016/J.JHEVOL.2011.03.005>

Bermúdez de Castro, J.M., Pérez-González, A., Martín-Torres, M., Gómez-Robles, A., Rosell, J., Prado, L., Sarmiento, S., Carbonell, E., 2008. A new early Pleistocene hominin mandible from Atapuerca-TD6, Spain. *J. Hum. Evol.* 55, 729–735.

Bermúdez de Castro, J.M., Rosas, A., 1992. A human mandibular fragment from the Atapuerca Trench (Burgos, Spain). *J. Hum. Evol.* 22, 41–46.

Berthelet, A., Chavaillon, J., 2001. The early Palaeolithic butchery site of Barogali (Republic of Djibuti), in: Cavarretta, G., Gioia, P., Mussi, M., Palombo, M.R. (Eds.), *Proceedings of the 1st International Congress of La Terra Degli Elefanti: The World of Elephants*. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, pp. 176–179.

Binford, L.R., 1981. Behavioral Archaeology and the “Pompeii Premise.” *J. Anthropol. Res.* 37, 195–208. <https://doi.org/10.1086/JAR.37.3.3629723>

Binford, L.R., 1980. Willow Smoke and Dogs’ Tails: Hunter-Gatherer Settlement Systems and Archaeological Site Formation. *Am. Antiq.* 45, 4–20. <https://doi.org/doi:10.2307/279653>

Binford, L.R., 1979. Organization and formation processes: looking at curated technologies. *J. Anthropol. Res.* 34, 255–273.

Binford, L.R., 1973. Interassamblage variability the Mousterian and the “functional” argument, in: Renfrew, C. (Ed.), *The Explanation of Culture Change: Models in Prehistory*. Duckworth, London, pp. 225–254.

Binford, L.R., 1962. Archaeology as Anthropology. *Am. Antiq.* 28, 217–225.

Binford, L.R., Binford, S.R., 1966. A Preliminary Analysis of Functional Variability in the Mousterian of Leuallois Facies. *Am. Anthropol.* 68, 238–295.

Bischoff, J.L., Williams, R.W., Rosenbauer, R.J., Aramburu, A., Arsuaga, J.L., García, N., Cuenca-Bescós, G., 2007. High-resolution U-series dates from the Sima de los Huesos hominids yields: implications for the evolution of the early Neanderthal lineage. *J.*

Archaeol. Sci. 34, 763–770. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.08.003>

Blades, B.S., 2008. Reduction and retouch as independent measures of intensity, in: Andrefsky, W. (Ed.), *Lithic Technology*. Cambridge University Press, New York, pp. 136–149.

Blades, B.S., 2003. End scraper reduction and hunter-gatherer mobility. *Am. Antiq.* 68, 141–156.

Blades, B.S., 2001. *Aurignacian Lithic Economy: Ecological Perspectives from Southwestern France*. Kluwer Academic/Plenum, New York.

Blain, H.-A., Bailon, S., Cuenca-Bescós, G., 2008. Palaeoenvironmental, The Early–Middle Pleistocene change based on the squamate reptile and amphibian proxies at the Gran Dolina site, Atapuerca, Spain. *Palaeogeogr. Palaeoecol.* 261, 177–192.

Blain, H.A., Bailon, S., Cuenca-Bescós, G., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2009. Long-term climate record inferred from early-middle Pleistocene amphibian and squamate reptile assemblages at the Gran Dolina Cave, Atapuerca, Spain. *J. Hum. Evol.* 56, 55–65.

Blasco, R., 2011. La amplitud de la dieta cárnica en el Pleistoceno medio peninsular: una aproximación a partir de la Cova del Bolomor (Tavernes de la Valldigna, Valencia) y del subnivel TD10-1 de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos). *Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral*.

Blasco, R., Jordi, R., Fernández-Peris, J., Arsuaga, J.-L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2013. Environmental availability, behavioural diversity and diet: a zooarchaeological approach from the TD10-1 sublevel of Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) and Bolomor Cave (Valencia, Spain). *Quat. Sci. Rev.* 70, 124–144. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.03.008>

Boëda, É., 1995. Levallois: A volumetric construction, methods, a technique., in: Dibble, H.L., Bar-Yosef, O. (Eds.), *The Definition and Interpretation of Levallois Technology*. Monographs in World Archaeology. Prehistory Press, Madison, Wisconsin, pp. 41–68.

Boëda, É., 1994. *Le concept Levallois: variabilité des méthodes*. CNRS, Paris.

Boëda, É., 1993. Le débitage discoïde et le débitage levallois récurrent centripète. *Bull. la Société Préhistorique Française* 90, 392–404.

Boëda, É., 1990. De la surface au volume: analyse des conceptions des débitages levallois et laminaire. *Paléolithique moyen récent et Paléolithique supérieur ancien en Europe*.

Mémoires du Musée Préhistoire d'Ille Fr. 63–68.

Boëda, É., Hou, Y.M., Forestier, H., Sarel, J., Wang, H.M., 2013. Levallois and non-Levallois blade production at Shuidonggou in Ningxia, North China. *Quat. Int.* 295, 191–203. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2012.07.020>

Bolton, L., 2015. Assessing the origins of Levallois through lower Palaeolithic core variation: a comparative study of simple prepared cores in northwest Europe. University of Southampton. Ph.D.Thesis.

Bonifay, E., 1991. Les premières industries du Sud-est de la France et du Massif-Central, in: Bonifay, E., Vandermeersche, B. (Eds.), *Les Premiers Européens*. Editions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, pp. 63–80.

Bonifay, E., Vandermeersche, B., 1991. *Les premiers Européens*, (Actes du 114e congrès national des sociétés savantes, Paris, 1989: section de Préhistoire et de Protohistoire). Editions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris.

Bordes, F., 1961. *Typologie du Paléolithique ancien et moyen*. Delmas, Bordeaux.

Bordes, F., 1953. Essai de Classification des industries « moustériennes ». *Bull. la Société Préhistorique Française* 50, 457–466. <https://doi.org/10.3406/BSPF.1953.5156>

Bordes, F., 1950. L'Évolution buissonnante des industries en Europe occidentale. Considérations théoriques sur le Paléolithique ancien et moyen. *L'Anthropologie* 54, 393–420.

Boschian, G., Saccà, D., 2015. In the elephant, everything is good: Carcass use and re-use at Castel di Guido (Italy). *Quat. Int.* 361, 288–296. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2014.04.030>

Boschian, G., Saccà, D., 2010. Ambiguities in human and elephant interactions? Stories of bones, sand and water from Castel di Guido (Italy). *Quat. Int.* 214, 3–16. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2009.10.016>

Boucher de Perthes, J., 1847. *Antiquités celtiques et antédiluviennes: Mémoire sur l'industrie primitive et les arts à leur origine*. Treuttel et Wurtz, Paris.

Bourdier, F., 1958. *Le bassin du Rhône au Quaternaire*. Université de Paris. Ph.D.Thesis.

Bourguignon, L., 1996. La conception de débitage Quina. *Quat. Nov.* VI 149–166.

Bourguignon, L., Barsky, D., Ivorra, J., de Weyer, L., Cuartero, F., Capdevila, R., Cavallina, C., Oms, O., Bruxelles, L., Crochet, J.Y., Rios-Garaizar, J., 2016a. The stone tools from

- stratigraphical unit 4 of the Bois-de-Riquet site (Lézignan-la-Cèbe, Hérault, France): A new milestone in the diversity of the European Acheulian. *Quat. Int.* 411, 160–181. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2016.01.065>
- Bourguignon, L., Crochet, J.Y., Capdevila, R., Ivorra, J., Antoine, P.O., Agustí, J., Barsky, D., Blain, H.A., Boulbes, N., Bruxelles, L., Claude, J., Cochard, D., Filoux, A., Firmat, C., Lozano-Fernández, I., Magniez, P., Pelletier, M., Rios-Garaizar, J., Testu, A., Valensi, P., De Weyer, L., 2016b. Bois-de-Riquet (Lézignan-la-Cèbe, Hérault): A late Early Pleistocene archeological occurrence in southern France. *Quat. Int.* 393, 24–40. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.06.037>
- Bourguignon, L., Faivre, J.-P., Turq, A., 2004. Ramification des chaînes opératoires: une spécificité du Moustérien? *Paleo* 16, 37–48.
- Bracco, J.-P., 1991. Typologie, technologie et matières premières des industries du très ancien paléolithique en Velay (Massif-Central, France), in: Bonifay, E., Vandermeersche, B. (Eds.), *Les Premiers Européens*. Editions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, pp. 93–100.
- Bradbury, A.P., Carr, P.J., 1999. Examining stage and continuum models of flake debris analysis: an experimental approach. *J. Archaeol. Sci.* 26, 105–116.
- Bradley, B., 1991. Lithic Technology, in: Frison, G. (Ed.), *Prehistoric Hunters of the High Plains*. Academic Press, New York, pp. 369–398.
- Braun, D.R., Plummer, T.W., Ferraro, J. V, Ditchfield, P.W., Bishop, L.C., 2009a. Raw material quality and Oldowan hominin toolstone preferences: evidence from Kanjera South, Kenya. *J. Archaeol. Sci.* 36, 1605–1614. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.03.025>
- Braun, D.R., Tactikos, J., Ferraro, J. V., Harris, J.W.K., 2006. Archaeological inference and Oldowan behavior. *J. Hum. Evol.* 51, 106–108. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2006.04.002>
- Braun, D.R., Tactikos, J.C., Ferraro, J.V., Arnow, S.L., Harris, J.W.K., 2008. Oldowan reduction sequences: methodological considerations. *J. Archaeol. Sci.* 35, 2153–2163. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.01.015>
- Braun, David R, Plummer, T.W., Ditchfield, P.W., Bishop, L.C., Ferraro, J.V., 2009b. Oldowan Technology and Raw Material Variability at Kanjera South, in: Hovers, E., Braun, D.R. (Eds.), *Interdisciplinary Approaches to the Oldowan*. Springer, Dordrecht, pp. 99–110. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9059-2>
- Brenet, M., Bourguignon, L., Colonges, D., Folgado, M., Jarry, M., Lelouvier, L.-A., Mourre,

- V., Turq, A., 2014. Les techno-complexes au début du Paléolithique moyen en Aquitaine septentrionale: Complexité, complémentarité des productions de débitage et de façonnage et implications comportementales., in: Jaubert, J., Fourment, N., Depaepe, P. (Eds.), *Transitions, Ruptures et Continuité En Préhistoire*, Vol 2. Paléolithique et Mésolithique. Actes du XXVII Congrès Préhistorique de France, Paris, pp. 81–101.
- Bretzke, K., Conard, N.J., 2012. Evaluating morphological variability in lithic assemblages using 3D models of stone artifacts. *J. Archaeol. Sci.* 39, 3741–3749. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.06.039>
- Breuil, H., 1932. Les industries à éclats du paléolithique ancien, I. Le Clactonien. *Préhistoire* 1. E. Leroux, Paris.
- Bunn, H.T., 1994. Early Pleistocene hominid foraging strategies along the ancestral Omo River at Koobi Fora, Kenya. *J. Hum. Evol.* 27, 247–266. <https://doi.org/10.1006/JHEV.1994.1045>
- Bunn, H.T., Kroll, E.M., Ambrose, S.H., Behrensmeier, A.K., Binford, L.R., Blumenshine, R.J., Klein, R.G., McHenry, H.M., O'Brien, C.J., Wymer, J.J., 1986. Systematic Butchery by Plio/Pleistocene Hominids at Olduvai Gorge, Tanzania [and Comments and Reply]. *Curr. Anthropol.* 27, 431–452. <https://doi.org/10.1086/203467>
- Bustos-Pérez, G., Baena, J., 2019. Exploring volume lost in retouched artifacts using height of retouch and length of retouched edge. *J. Archaeol. Sci. Reports* 27, 101922. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.101922>
- Byrne, L., 2004. Lithic tools from Arago cave, Tautavel (Pyrénées-Orientales, France): behavioural continuity or raw material determinism during the Middle Pleistocene? *J. Archaeol. Sci.* 31, 351–364. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.07.008>
- Cáceres, I., 2002. *Tafonomía de yacimientos antrópicos en karst. Complejo Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos), Vanguard Cave (Gibraltar) y Abric Romaní (Capellades, Barcelona)*. Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.
- Cáceres, I., Huguet, R., Rosell, J., Esteban-Nadal, M., Saladié, P., Díez-Fernández-Lomana, J.C., Ollé, A., Vallverdú, J., García-Medrano, P., Carbonell, E., 2010. El yacimiento de Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos, España): un enclave para la obtención de recursos cárnicos en el Pleistoceno Medio. *Zo. Arqueol.* 186–196.
- Campaña, I., Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., Bermúdez de Castro, J.M. Carbonell, E., 2016a. Assessing automated image analysis of sand grain shape to identify sedimentary facies, Gran Dolina archaeological site (Burgos, Spain). *Sediment. Geol.* 346, 72–83.

<https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2016.09.010>

- Campaña, I., Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., Ortega, A.I., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2017. Pleistocene sedimentary facies of the Gran Dolina archaeopaleoanthropological site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Quat. Int.* 433, 68–84.
- Campaña, I., Pérez-González, A., Benito-Calvo, A., Rosell, J., Blasco, R., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Arsuaga, J.L., 2016b. New interpretation of the Gran Dolina-TD6 bearing *Homo antecessor* deposits through sedimentological analysis. *Sci. Rep.* 6, 34799. <https://doi.org/10.1038/srep34799>
- Canals, A., Vallverdú, J., Carbonell, E., 2003. New Archaeo-Stratigraphic Data for the TD6 Level in Relation to *Homo antecessor* (Lower Pleistocene) at the Site of Atapuerca, North-Central Spain. *Geoarchaeology* 18, 481–504. <https://doi.org/10.1002/gea.10071>
- Carbonell, E., Barsky, D., Sala, R., Celiberti, V., 2016. Structural continuity and technological change in Lower Pleistocene toolkits. *Quat. Int.* 393, 6–18. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.04.008>
- Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Allué, E., Bastir, M., Benito, A., Cáceres, I., Canals, T., Díez, J.C., Van der Made, J., Mosquera, M., Ollé, A., Pérez-González, A., Rodríguez, X.P., Rodríguez, J., Rosas, A., Rosell, J., Sala, R., Vallverdú, J., Vergès, J.M., 2005. An Early Pleistocene hominin mandible from Atapuerca-TD6, Spain. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 102, 5674–5678. <https://doi.org/10.1073/pnas.0501841102>
- Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Díez, J.C., Rosas, A., Cuenca-Bescós, G., Sala, R., Mosquera, M., Rodríguez, X.P., 1995a. Lower Pleistocene hominids and artifacts from Atapuerca-TD6 (Spain). *Science.* 269, 826–830. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.7638598>
- Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Parés, J.M., Pérez-González, A., Cuenca-Bescós, G., Ollé, A., Mosquera, M., Huguet, R., Van der Made, J., Rosas, A., Sala, R., Vallverdú, J., García, N., Granger, D.E., Martín-Torres, M., Rodríguez, X.P., Stock, G.M., Vergès, J.M., Allué, E., Burjachs, F., Cáceres, I., Canals, A., Benito, A., Díez, C., Lozano, M., Mateos, A., Navazo, M., Rodríguez, J., Rosell, J., Arsuaga, J.L., 2008. The first hominin of Europe. *Nature* 452, 465–469. <https://doi.org/10.1038/NATURE06815>
- Carbonell, E., Cáceres, I., Lozano, M., Saladié, P., Rosell, J., Lorenzo, C., Vallverdú, J., Huguet, R., Canals, A., Castro, J.M.B. De, 2010. Cultural cannibalism as a paleoeconomic system in the European lower pleistocene. *Curr. Anthropol.* 51, 539–549.

<https://doi.org/10.1086/653807>

- Carbonell, E., García-Antón, M.D., Mallol, C., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Sahnouni, M., Sala, R., Vergès, J.M., 1999a. The TD6 level lithic industry from Gran Dolina, Atapuerca (Burgos, Spain): production and use. *J. Hum. Evol.* 37, 653–693. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0336>
- Carbonell, E., Guilbaud, M., Mora, R., 1983. Utilización de la Lógica Analítica para el estudio de los tecnocomplejos a cantos tallados. *Cah. Noir* 1, 3–64.
- Carbonell, E., Márquez, B., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Sala, R., Vergès, J.M., 1999b. El Modo 2 en Galería. Análisis de la industria lítica y sus procesos técnicos., in: Carbonell, E., Rosas, A., Díez Fernández-Lomana, J.C. (Eds.), *Atapuerca: Ocupaciones Humanas y Paleocología Del Yacimiento de Galería*. Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura, Zamora, pp. 299–352.
- Carbonell, E., Márquez, B., Mosquera, M., Ollé, A., Sala, R., Vaquero, M., Vergès, J.M., 1995b. Atapuerca Trincheras Galería (Spain): Strategies and operational models of lithic industry. *Cah. Noir* 7, 41–84.
- Carbonell, E., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Sahnouni, M., Sala, R., Vergès, J.M., 2001. Structure morphotechnique de l'industrie lithique du Pléistocène Inférieur et Moyen d'Atapuerca (Burgos, Espagne). *Anthropologie*. 105, 259–280.
- Carbonell, E., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Sala, R., Vaquero, M., Vergès, J.M., 1992. New elements of the Logical Analytical System. First International Meeting on Technical Systems to Configure Lithic Objects of scarce elaboration. *Cah. Noir* 6, 3–61.
- Carbonell, E., Mosquera, M., Rodríguez, X.P., Sala, R., 1996. The First Human Settlement of Europe. *J. Anthropol. Res.* 52, 107–114.
- Carbonell, E., Rodríguez-Álvarez, X.P., 1999. Atapuerca y la evolución biológica y cultural de los humanos. *Enseñanza las ciencias la tierra Rev. la Asoc. Española para la Enseñanza las Ciencias la Tierra* 7, 112–120.
- Carmignani, L., Moncel, M.-H., Fernandes, P., Wilson, L., 2017. Technological variability during the Early Middle Palaeolithic in Western Europe. Reduction systems and predetermined products at the Bau de l'Aubesier and Payre (South-East France). *PLoS One* 12, e0178550. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0178550>
- Carpentieri, M., Arzarello, M., 2021. For our world without sound. The opportunistic debitage in the Italian context: a methodological evaluation of the lithic assemblages of Pirro

- Nord, Cà Belvedere di Montepoggiolo, Ciota Ciara cave and Riparo Tagliente. *Res. Sq.*
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-176361/v1>.
- Carr, P.J., Bradbury, A.P., 2011. Learning from lithics: A perspective on the foundation and future of the organisation of technology. *PaleoAnthropology* 305–319.
<https://doi.org/10.4207/PA.2011.ART61>
- Casanova, J., Martínez, J., Mora, R., de la Torre, I., 2009. Stratégies techniques dans le Paléolithique Moyen du sud-est des Pyrénées. *L'Anthropologie* 113, 313–340.
- Cauche, D., 2009. Les stratégies de débitage dans les industries lithiques archaïques des premiers habitants de l'Europe. *L'Anthropologie* 113, 178–190.
<https://doi.org/10.1016/j.anthro.2009.01.012>
- Chacón, M.G., 2009. El Paleolítico Medio en el suroeste europeo: Abric Romaní (Capellades, Barcelona, España), Payre (Rompón, Ardèche, Francia) y Tournal (Bize, Aude, Francia). Análisis comparativo de los conjuntos líticos y los comportamientos humanos. Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.
- Chase, P.G., 2008. Form, function, and mental templates in Paleolithic lithic analysis, in: Paper Presented at the Symposium 'From the Pecos to the Paleolithic: Papers in Honor of Arthur J. Jelinek'. Society for American Anthropology Meetings, Vancouver, BC.
- Chavaillon, J., Berthelet, A., 2004. The archaeological sites of Melka Kunture, in: Chavaillon, J., Piperno, M. (Eds.), *Studies on the Early Paleolithic Site of Melka Kunture, Ethiopia*. Instituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Florencia, pp. 25–82.
- Chazan, M., 2009. Assessing the Lower to Middle Paleolithic Transition, in: Camps, M., Chauhan, P.R. (Eds.), *Sourcebook of Paleolithic Transitions. Methods, Theories and Interpretations*. Springer, New York, pp. 237–244.
- Chazan, M., 1997. Redefining Levallois. *J. Hum. Evol.* 33, 719–735.
<https://doi.org/10.1006/JHEV.1997.0167>
- Cheheb, R.C., Arzarello, M., Arzarello, J., Berto, C., Cáceres, I., Caracausi, S., Colopi, F., Daffara, S., Montanari Canini, G., Huguet, R., Karambatsou, T., Sala, B., Zambaldi, M., Berruti, G.L.F., 2019. Human behavior and Homo-mammal interactions at the first European peopling: new evidence from the Pirro Nord site (Apricena, Southern Italy). *Sci. Nat.* 106, 16. <https://doi.org/10.1007/s00114-019-1610-4>
- Clark, G., 1969. *World Prehistory: A New Synthesis*. Cambridge University Press., Cambridge.

- Clark, G.A., Straus, L.G., Burton, S.S., Jackson-Clark, V., 1979. The North Burgos archaeological survey: An inventory of cultural remains, in: *The North Burgos Archaeological Survey. Bronze and Iron Age Archaeology on the Meseta Del Norte (Province of Burgos, North-Central Spain)*. Arizona State University, Dept. of Anthropology, Arizona.
- Clark, J.D., Cole, G.H., Isaac, G.L., Kleindienst, M.R., 1966. Precision and definition in African Archaeology. *South African Archaeol. Bull.* XXI, 114–121.
- Clarkson, C., 2013. Measuring core reduction using 3D flake scar density: a test case of changing core reduction at Klasies River Mouth, South Africa. *J. Archaeol. Sci.* 40, 4348–4357. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.06.007>
- Clarkson, C., 2002. An Index of Invasiveness for the Measurement of Unifacial and Bifacial Retouch: A Theoretical, Experimental and Archaeological Verification. *J. Archaeol. Sci.* 29, 65–75. <https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0702>
- Clarkson, C., Hiscock, P., 2011. Estimating original flake mass from 3D scans of platform area. *J. Archaeol. Sci.* 38, 1062–1068. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.12.001>
- Clarkson, C., Jones, S., Harris, C., 2012. Continuity and change in the lithic industries of the Jurreru Valley, India, before and after the Toba eruption. *Quat. Int.* 258, 165–179. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2011.11.007>
- Clarkson, C., Shipton, C., Weisler, M., 2014. Determining the reduction sequence of Hawaiian quadrangular adzes using 3D approaches: a case study from Moloka'i. *J. Archaeol. Sci.* 49, 361–371. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.05.031>
- Clarkson, C., Vinicius, L., Mirazo, M., 2006. Quantifying flake scar patterning on cores using 3D recording techniques 33, 132–142. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.07.007>
- Claud, E., Brenet, M., Maury, S., Mourre, V., 2009. Étude expérimentale des macrotraces d'utilisation sur les tranchants des bifaces: Caractérisation et potentiel diagnostique. *Les Nouv. l'Archeologie* 118, 55–60. <https://doi.org/10.4000/nda.935>
- Cliquet, D., Lautridou, J., Antoine, P., Lamothe, M., Leroyer, M., Limondin-Lozouet, N., Mercier, N., 2009. La séquence loessique de Saint-Pierre-lès-Elbeuf (Normandie, France): nouvelles données archéologiques, géochronologiques et paléontologiques. *Quaternaire* 321–343. <https://doi.org/10.4000/quaternaire.5234>
- Cochrane, G.W.G., 2014. The significance of levallois and discoidal technology in the Arcadia Valley, South Central Queensland. *Queensl. Archaeol. Res.* 17, 1–20. <https://doi.org/10.25120/QAR.17.2014.229>

- Coles, J., 1979. *Experimental Archaeology*. Academic Press, London.
- Coles, J., 1973. *Archaeology by Experiment*. Charles Scribner's Sons, New York.
- Conard, N.J., Serangeli, J., Böhner, U., Starkovich, B.M., Miller, C.E., Urban, B., Van Kolfschoten, T., 2015. Excavations at Schöningen and paradigm shifts in human evolution. *J. Hum. Evol.* 89, 1–17. <https://doi.org/10.1016/J.JHEVOL.2015.10.003>
- Copeland, L., 1998. The lower paleolithic of Jordan, in: Henry, D.O. (Ed.), *The Prehistoric Archaeology of Jordan*. BAR International Series, Oxford, pp. 5–22.
- Costa, A.G., 2010. A Geometric Morphometric Assessment of Plan Shape in Bone and Stone Acheulean Bifaces from the Middle Pleistocene Site of Castel di Guido, Latium, Italy, in: Lycett, S., Chauhan, P. (Eds.), *New Perspectives on Old Stones*. Springer New York, New York, pp. 23–41. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6861-6_2
- Cowan, F.L., 1999. Making sense of flake scatters: lithic technological strategies and mobility. *Am. Antiq.* 64, 593–607.
- Crabtree, D.E., 1973. The obtuse angle as a functional edge. *Tebiwa* 16, 46–53.
- Cremonesi, M., Peretto, C., 1988a. Les sols d'habitat du site paléolithique d'Isernia La Pineta (Molise, Italia Centrale). *L'Anthropologie* 92, 1017–1040.
- Cremonesi, M., Peretto, C., 1988b. Le Paléolithique inférieur de la Plaine orientale du Pô. *L'Anthropologie* 92, 643–682.
- Cuenca-Bescós, G., Blain, H.A., Rofes, J., López-García, J.M., Lozano-Fernández, I., Galán, J., Núñez-Lahuerta, C., 2016. Updated Atapuerca biostratigraphy: Small-mammal distribution and its implications for the biochronology of the Quaternary in Spain. *Comptes Rendus Palevol* 15, 621–634. <https://doi.org/10.1016/J.CRPV.2015.09.006>
- Cuenca-Bescós, G., Blain, H.A., Rofes, J., Lozano-Fernández, I., López-García, J.M., Duval, M., Galán, J., Núñez-Lahuerta, C., 2015. Comparing two different Early Pleistocene microfaunal sequences from the caves of Atapuerca, Sima del Elefante and Gran Dolina (Spain): Biochronological implications and significance of the Jaramillo subchron. *Quat. Int.* 389, 148–158. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2014.12.059>
- Cuenca-Bescós, G., Canudo, J.I., Laplana, C., 2001. La séquence des rongeurs (Mammalia) des sites du Pléistocène inférieur et moyen d'Atapuerca (Burgos, Espagne). *L'Anthropologie* 105, 115–130.
- Cuenca-Bescós, G., García, N., 2007. Biostratigraphic succession of the Early and Middle Pleistocene mammal faunas of the Atapuerca cave sites (Burgos, Spain). *Cour.*

Forschungsinstitut Senckenb. 259, 99–110.

Cuenca-Bescós, G., Melero-Rubio, M., Rofes, J., Martínez, I., Arsuaga, J.L., Blain, H.-A., López-García, J.M., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., 2010. The Early-Middle Pleistocene environmental and climatic change and the human expansion in Western Europe: A case study with small vertebrates (Gran Dolina, Atapuerca, Spain). *J. Hum. Evol.* 60, 481–491. <https://doi.org/10.1016/J.JHEVOL.2010.04.002>

Cuenca-Bescós, G., Rofes, J., García-Pimienta, J., 2005. Environmental change across the Early-Middle Pleistocene transition: small mammalian evidence from the Trinchera Dolina cave, Atapuerca, Spain. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.* 247, 277–286. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2005.247.01.16>

Cziesla, E., Eickhoff, S., Arts, N., Winter, D., 1990. The BIG PUZZLE. International symposium on refitting stone artefacts. *Studies in modern Archaeology. Holos*, Bonn.

Davis, L.G., Willis, S.C., Macfarlan, S.J., 2012. Lithic Technology, Cultural Transmission, and the Nature of the Far Western Paleoarchaic/Paleoindian Co-Tradition, in: Rhode, D. (Ed.), *Meetings at the Margins: Prehistoric Cultural Interactions in the Inermountain West*. University of Utah Press, pp. 47–64.

Davis, R., Ashton, N., 2019. Landscapes, environments and societies: The development of culture in Lower Palaeolithic Europe. *J. Anthropol. Archaeol.* 56, 101107. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2019.101107>

de la Torre, I., 2016. The origins of the acheulean: Past and present perspectives on a major transition in human evolution. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 371. <https://doi.org/10.1098/RSTB.2015.0245>

de la Torre, I., 2011. The Early Stone Age lithic assemblages of Gadeb (Ethiopia) and the Developed Oldowan/early Acheulean in East Africa. *J. Hum. Evol.* 60, 768–812.

de la Torre, I., 2006. Estrategias tecnológicas en el Pleistoceno inferior de África Oriental (Olduvai y Peninj, norte de Tanzania). Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral.

de la Torre, I., 2004. Omo Revisited: Evaluating the Technological Skills of Pliocene Hominids. *Curr. Anthropol.* 45, 439–465. <https://doi.org/10.1086/422079>

de la Torre, I., Mora, R., 2018. Oldowan technological behaviour at HWK EE (Olduvai Gorge, Tanzania). *J. Hum. Evol.* 120, 236–273. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2018.04.001>

de Lombera-Hermida, A., 2020. Gestión de materiales silíceos macrocristalinos en el

Pleistoceno de Europa occidental. Evolución de las estrategias de adaptación a los condicionantes litológicos. Universidade de Santiago de Compostela. Tesis Doctoral.

de Lombera-Hermida, A., Bargalló, A., Terradillos-Bernal, M., Huguet, R., Vallverdú, J., García-Antón, M.D., Mosquera, M., Ollé, A., Sala, R., Carbonell, E., Rodríguez-Álvarez, X.P., 2015. The lithic industry of Sima del Elefante (Atapuerca, Burgos, Spain) in the context of Early and Middle Pleistocene technology in Europe. *J. Hum. Evol.* 82, 95–106. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2015.03.002>.

de Lombera-Hermida, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Fábregas, R., Moncel, M.H., 2011. La gestion du quartz au Pléistocène moyen et supérieur. Trois exemples d'Europe Méridionale. *L'Anthropologie* 115, 294–331. <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2011.02.003>

de Lombera-Hermida, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Mosquera, M., Ollé, A., García-Medrano, P., Pedergnana, A., Terradillos-Bernal, M., López-Ortega, E., Bargalló, A., Rodríguez-Hidalgo, A., Saladié, P., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2020. The dawn of the Middle Paleolithic in Atapuerca: the lithic assemblage of TD10.1 from Gran Dolina. *J. Hum. Evol.* 145, 102812. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2020.102812>.

de Lombera-Hermida, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Peña, L., Sala-Ramos, R., Despriée, J., Moncel, M.H., Gourcimault, G., Voinchet, P., Falguères, C., 2016. The lithic assemblage from Pont-de-Lavaud (Indre, France) and the role of the bipolar-on-anvil technique in the Lower and Early Middle Pleistocene technology. *J. Anthropol. Archaeol.* 41, 159–184. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2015.12.002>

de Lumley, H., 2015. Terra Amata, Nice, Alpes-Maritimes, France, in: Fascicule 1. Les Industries Acheuléennes, Tome IV. CNRS, Paris, p. 806.

de Lumley, H., 1976. Les premières industries humaines en Provence, in: de Lumley, H. (Ed.), *La Préhistoire Française*. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, pp. 765–794.

de Lumley, H., Fournier, A., Krzepakowska, J., Echassoux, A., 1988. L'industrie du Pleistocene inférieur de la grotte du Vallonet, Roquebrune-Cap-Martin, Alpes Maritimes. *Anthropologie*. 92, 510–614.

de Mortillet, G., 1883. *Le Préhistorique antiquité de l'homme*. C. Reinwald, Paris.

Dean, D., Hublin, J.J., Holloway, R., Ziegler, R., 1998. On the phylogenetic position of the pre-Neandertal specimen from Reilingen, Germany. *J. Hum. Evol.* 34, 485–508. <https://doi.org/10.1006/JHEV.1998.0214>

- DeBono, H., Goren-Inbar, N., 2001. Note on a link between Acheulian handaxes and the Levallois method. *J. Isr. Prehist. Soc.* 31, 9–23.
- Delagnes, A., 1995. Variability within uniformity: three levels of variability within Levallois system., in: Dibble, H.L., Bar-Yosef, O. (Eds.), *The Definition and Interpretation of Levallois Technology. Monographs in World Archaeology.* Prehistory Press, Madison, Wisconsin, pp. 201–211.
- Delagnes, A., 1993. Un mode de production inédit au Paléolithique moyen dans l'industrie du niveau 6e du Pucueil (Seine-Maritime). *Paléo* 5, 111–120.
<https://doi.org/10.3406/PAL.1993.1106>
- Delagnes, A., Roche, H., 2005. Late Pliocene Hominid knapping skills: The case of Lokalalei 2C, West Turkana, Kenya. *J. Hum. Evol.* 48, 435–472.
<https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2004.12.005>
- Demuro, M., Arnold, L.J., Parés, J.M., Pérez-González, A., Ortega, A.I., Arsuaga, J.L., Castro, J.M.B. de, Carbonell, E., 2014. New Luminescence Ages for the Galería Complex Archaeological Site: Resolving Chronological Uncertainties on the Acheulean Record of the Sierra de Atapuerca, Northern Spain. *PLoS One* 9, e110169.
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0110169>
- Dennell, R., Roebroeks, W., 1996. The earliest colonization of Europe: the short chronology revisited. *Antiquity* 70, 535–542.
- Dennell, R.W., Martín-Torres, M., Bermúdez de Castro, J.M., 2011. Hominin variability, climatic instability and population demography in Middle Pleistocene Europe. *Quat. Sci. Rev.* 30, 1511–1524. <https://doi.org/10.1016/J.QUASCIREV.2009.11.027>
- Despriée, J., Gageonnet, R., Voinchet, P., Bahain, J.J., Falguères, C., Varache, F., Courcimault, G., Dolo, J.M., 2006. Une occupation humaine au Pléistocène inférieur sur la bordure nord du Massif central. *Comptes Rendus Palevol* 5, 821–828.
<https://doi.org/10.1016/J.CRPV.2006.03.001>
- Despriée, J., Voinchet, P., Courcimault, G., Bahain, J.-J., Puaud, S., Moreno, D., Chantreau, Y., Tissoux, H., Gallet, X., Chapon Sao, C., Abdessadok, S., Falguères, C., 2017. Le site pléistocène moyen de la Noira à Brinay (Cher, région Centre, France): contexte morphosédimentaire, géochronologie et données archéologiques. *Quaternaire* 28, 31–48.
<https://doi.org/10.4000/quaternaire.7900>
- Despriée, J., Voinchet, P., Courcimault, G., Hardy, B., Bahain, J., Puaud, S., Gallet, X., Falgu, C., 2015. The Acheulean workshop of la Noira (France, 700 ka) in the European

technological context. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.04.051>

Despriée, J., Voinchet, P., Tissoux, H., Bahain, J.-J., Falguères, C., Courcimault, G., Dépont, J., Moncel, M.-H., Robin, S., Arzarello, M., Sala, R., Marquer, L., Messager, E., Puaud, S., Abdessadok, S., 2011. Lower and Middle Pleistocene human settlements recorded in fluvial deposits of the middle Loire River Basin, Centre Region, France. *Quat. Sci. Rev.* 30, 1474–1485. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2011.02.011>

Dibble, H., McPherron, S., Chase, P.G., Farrand, W., Debénath, A., 2006. Taphonomy and the concept of Paleolithic Cultures: the case of the Tayacian from Fontéchevade (Charente, France). *PaleoAnthropology* 1–21.

Dibble, H.L., 1995a. Biache Saint-Vaast, Level IIA: A Comparison of Analytical Approaches, in: Dibble, H.L., Bar-Yosef, O. (Eds.), *The Definition and Interpretation of Levallois Technology*. Monographs in World Archaeology, 23. Prehistory Press, Madison, pp. 93–116.

Dibble, H.L., 1995b. Raw Material Availability, Intensity of Utilization and Middle Paleolithic Assemblage Variability, in: Dibble, H.L., Lenoir, M. (Eds.), *The Middle Paleolithic Site of Combe-Capelle Bas (France)*. University Museum Press, Philadelphia, pp. 289–315.

Dibble, H.L., 1995c. Middle Paleolithic scraper reduction: background, clarification, and review of the evidence to date. *J. Archaeol. Method Theory* 2, 299–368.

Dibble, H.L., 1989. The implications of stone tool types for the presence of language during the Lower and Middle Paleolithic, in: Mellars, P., Stringer, C.B. (Eds.), *The Human Revolution: Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 415–433.

Dibble, H.L., 1987. The Interpretation of Middle Paleolithic Scraper Morphology. *Am. Antiq.* 52, 109–117.

Dibble, H.L., 1984. Interpreting typological variation of Middle Paleolithic scrapers: function, style, or sequence of reduction? *J. F. Archaeol.* 11, 431–436.

Dibble, H.L., Bernard, M.C., 1980. A comparative study of basic edge angle measurement techniques. *Am. Antiq.* 45, 857–865.

Dibble, H.L., Pelcin, A., 1995. The effect of hammer mass and velocity on flake mass. *J. Archaeol. Sci.* 22, 429–439.

Dibble, H.L., Rezek, Z., 2009. Introducing a new experimental design for controlled studies of flake formation: results for exterior platform angle, platform depth, angle of blow,

- velocity, and force. *J. Archaeol. Sci.* 36, 1945–1954.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.05.004>
- Dibble, H.L., Schurmans, U.A., Iovita, R.P., McLaughlin, M.V., 2005. The measurement and interpretation of cortex in lithic assemblages. *Am. Antiq.* 70, 545–560.
- Díez Fernández-Lomana, J.C., 1993. Estudio tafonómico de los macrovertebrados de yacimientos del Pleistoceno Medio. *Complutum* 4, 21–40.
- Díez, J.C., Fernández-Jalvo, Y., Rosell, J., Cáceres, I., 1999. Zooarchaeology and taphonomy of Aurora Stratum (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Spain). *J. Hum. Evol.* 37, 623–652. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0346>
- Ditchfield, K., 2016a. The influence of raw material size on stone artefact assemblage formation: An example from Bone Cave, south-western Tasmania. *Quat. Int.*
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.03.013>
- Ditchfield, K., 2016b. An experimental approach to distinguishing different stone artefact transport patterns from debitage assemblages. *J. Archaeol. Sci.* 65, 44–56.
- Ditchfield, K., Holdaway, S.J., Allen, M.S., McAlister, A., 2014. Measuring stone artefact transport: the experimental demonstration and pilot application of a new method to a prehistoric adze workshop, southern Cook Islands. *J. Archaeol. Sci.* 50, 512–523.
- Dogandžić, T., Braun, D.R., McPherron, S.P., 2015. Edge Length and Surface Area of a Blank: Experimental Assessment of Measures, Size Predictions and Utility 1–21.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133984>
- Domínguez-Rodrigo, M., Serrallonga, J., Juan-Tresserras, J., Alcalá, L., Luque, L., 2001. Woodworking activities by early humans: a plant residue analysis on Acheulian stone tools from Peninj (Tanzania). *J. Hum. Evol.* 40, 289–299.
<https://doi.org/10.1006/JHEV.2000.0466>
- Dorner, W.W., 1999. Using Microsoft Excel for Weibull Analysis. *Quality Digest* 19. *Qual. Dig.* 19, 33–41.
- Doronichev, V., Golovanova, L., 2010. Beyond the Acheulean: A view on the Lower Paleolithic occupation of Western Eurasia. *Quat. Int.* 223–224, 327–344.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.12.003>
- Douglass, M.J., Holdaway, S.J., Fanning, P.C., Shiner, J.I., 2008. An Assessment and Archaeological Application of Cortex Measurement in Lithic Assemblages. *Am. Antiq.* 73, 513–526.

- Douglass, M.J., Lin, S.C., Braun, D.R., Plummer, T.W., 2018. Core Use-Life Distributions in Lithic Assemblages as a Means for Reconstructing Behavioral Patterns. *J. Archaeol. Method Theory* 25, 254–288. <https://doi.org/10.1007/s10816-017-9334-22>
- Duval, M., Falguères, C., Bahain, J.J., 2012. Age of the oldest hominin settlements in Spain: Contribution of the combined U-series/ESR dating method applied to fossil teeth. *Quat. Geochronol.* 10, 412–417. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2012.02.025>
- Duval, M., Grün, R., Parés, J.M., Campaña, I., Martín-Francés, L., Rosell, J., Shao, Q., Arsuaga, J.L., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., 2018. The first direct ESR dating of a hominin tooth from Atapuerca Gran Dolina TD-6 (Spain) supports the antiquity of *Homo antecessor*. *Quat. Geochronol.* 47, 120–137. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2018.05.001>
- Eren, M.I., Domínguez-Rodrigo, M., Kuhn, S.L., Adler, D.S., Le, I., Bar-Yosef, O., 2005. Defining and measuring reduction in unifacial stone tools. *J. Archaeol. Sci.* 32, 1190–1201. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.03.003>
- Eren, M.I., Prendergast, M.E., 2008. Comparing and synthesizing unifacial stone tool reduction indexes, in: Andrefsky, W., J. (Ed.), *Lithic Technology, Measures of Production, Use and Curation*. Cambridge University Press, pp. 49–84.
- Eren, M.I., Sampson, C.G., 2009. Kuhn's Geometric Index of Unifacial Stone Tool Reduction (GIUR): does it measure missing flake mass? *J. Archaeol. Sci.* 36, 1243–1247. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.01.011>
- Espigares, M.P., Martínez-Navarro, B., Palmqvist, P., Ros-Montoya, S., Toro, I., Agustí, J., Sala, R., 2013. *Homo* vs. *Pachycrocuta*: Earliest evidence of competition for an elephant carcass between scavengers at Fuente Nueva-3 (Orce, Spain). *Quat. Int.* 295, 113–125. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2012.09.032>
- Faivre, J.-P., 2011. Organisation techno-économique des systèmes de production dans le Paléolithique moyen récent du nord-est aquitain. *BAR International Series* 2280.
- Falguères, C., Bahain, J.J., Bischoff, J.L., Pérez-González, A., Ortega, A.I., Ollé, A., Quiles, A., Ghaleb, B., Moreno, D., Dolo, J.-M., Shao, Q., Vallverdú, J., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., 2013. Combined ESR/U-series chronology of Galería, Acheulian hominid-bearing layers at Trinchera site, Atapuerca, Spain. *J. Hum. Evol.* 65, 168–184.
- Falguères, C., Bahain, J.J., Yokoyama, Y., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Bischoff, J.L., Dolo, J.M., 1999. Earliest humans in Europe: the age of

TD6 Gran Dolina, Atapuerca, Spain. *J. Hum. Evol.* 37, 343–352.
<https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0326>

Falguères, C., Bahain, J.J., Yokoyama, Y., Bischoff, J.L., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Dolo, J.M., 2001. Datation par RPE et U-TH des sites pléistocènes d'Atapuerca: Sima de los Huesos, Trinchera Dolina et Trinchera Galería. bilan géochronologique. *Anthropologie.* 105, 71–81. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80006-6](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80006-6)

Fernández-Jalvo, Y., 1995. Small Mammals Taphonomy at La Trinchera de Atapuerca (Burgos, Spain). A Remarkable Example of Taphonomic Criteria Used for Stratigraphic Correlations and Palaeoenvironment Interpretations. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 114, 167–195.

Fernández-Jalvo, Y., 1992. Tafonomía de microvertebrados del complejo cárstico de Atapuerca (Burgos). Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral.

Fernández-Jalvo, Y., Andrews, P., 1992. Small mammal taphonomy of Gran Dolina, Atapuerca (Burgos), Spain. *J. Archaeol. Sci.* 19, 407–428. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(92\)90058-B](https://doi.org/10.1016/0305-4403(92)90058-B)

Fernández-Jalvo, Y., Díez, J.C., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Arsuaga, J.L., 1996. Evidence of early cannibalism. *Science.* 271, 277–278.

Fernández-Peris, J., Cuartero, F., Barciela, V., Blasco, R., Sañudo, P., 2020. The flake microlithism in the European Pleistocene: The case of Bolomor Cave (MIS 9-5, Valencia, Spain). *J. Archaeol. Sci. Reports* 31, 102305.
<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102305>

Field, A.S., 2005. Transformations in individuality: personhood and palaeoliths in the Middle Pleistocene, in: Gamble, C., Porr, M. (Eds.), *The Hominid Individual in Context: Archaeological Investigations of Lower and Middle Palaeolithic Landscapes, Locales and Artefacts.* Routledge, London.

Finkel, M., Barkai, R., 2018. The Acheulean Handaxe Technological Persistence: A Case of Preferred Cultural Conservatism? *Proc. Prehist. Soc.* 84, 1–19.
<https://doi.org/10.1017/PPR.2018.2>

Foley, R., Lahr, M., 1997. Mode 3 technologies and the evolution of modern humans. *Cambridge Archaeol. J.* 7, 3–36.

Fontana, F., Moncel, M.-H., Nenzioni, G., Onorevoli, G., Peretto, C., Combier, J., 2013. Widespread diffusion of technical innovations around 300,000 years ago in Europe as a

- reflection of anthropological and social transformations? New comparative data from the western Mediterranean sites of Orgnac (France) and Cave dall'Olio (Italy). *J. Anthropol. Archaeol.* 32, 478–498. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2013.08.003>
- Forestier, H., 1993. Le Clactonien: mise en application d'une nouvelle méthode de débitage s'inscrivant dans la variabilité des systèmes de production lithique du Paléolithique ancien. *Paléo, Rev. d'Archéologie Préhistorique* 5, 53–82. <https://doi.org/10.3406/PAL.1993.1104>
- Freeman, L.G., 1966. The Nature of Mousterian Facies in Cantabrian Spain. *Am. Anthropol.* 68, 230–237. <https://doi.org/10.1525/AA.1966.68.2.02A001020>
- Gallotti, R., 2013. An older origin for the Acheulean at Melka Kunture (Upper Awash, Ethiopia): Techno-economic behaviours at Garba IVD. *J. Hum. Evol.* 65, 594–620.
- Gallotti, R., Peretto, C., 2015. The Lower/early Middle Pleistocene small débitage productions in Western Europe: New data from Isernia La Pineta t.3c (Upper Volturno Basin, Italy). *Quat. Int.* 357, 264–281. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2014.06.055>
- Gamble, C., Roberts, M.B., Bridgland, D., 1995. The earliest occupation of Europe: the British Isles., in: Roebroeks, W., van Kolfschoten, T. (Eds.), *The Earliest Occupation of Europe*. University of Leiden, Leiden, pp. 165–191.
- García-Antón, M., Sainz-Ollero, H., 1991. Pollen records from the middle Pleistocene atapuerca site (Burgos, Spain). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 85, 199–206. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(91\)90159-O](https://doi.org/10.1016/0031-0182(91)90159-O)
- García-Antón, M.D., 2016. La captación, selección y gestión de recursos líticos en la prehistoria: una visión diacrónica del uso del territorio y sus recursos en el entorno de la Sierra de Atapuerca (Burgos) durante el Pleistoceno Inferior y Medio. *Universitat Rovira i Virgili*. Tesis Doctoral.
- García-Antón, M.D., 1998. Aproximación a las áreas de captación del sílex en el Pleistoceno Inferior y Medio de la Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain). *Rubricatum* 2, 47–52.
- García-Antón, M.D., 1997. Origen geológico y de la alteración del sílex arqueológico del Complejo Galería: Subnivel GIIa. *Universitat Rovira i Virgili*.
- García-Antón, M.D., Morant, N., Mallol, C., 2002. L'approvisionnement en matières premières lithiques au Pléistocène inférieur et moyen dans la Sierra de Atapuerca, Burgos (Espagne). *Anthropologie*. 106, 41–55.
- García-Antón Trassierra, M.D., Mosquera, M., 2007. Donnees preliminaires sur des aires d

’approvisionnement et de selection des matieres premieres lithiques dans les occupations du Pleistocene Moyen du niveau TD10-1., in: Moncel, M.H., Moigne, A.M., Arzarello, M., Peretto, C. (Eds.), Aires d’approvisionnement En Matieres Premieres et Aires d’approvisionnement En Ressources Alimentaires. Approche Intégrés Des Comportaments. BAR International Series, Oxford, pp. 171–185.

García-Catalán, S., Gómez, B., Soto, M., Vaquero, M., 2013. Los sistemas de producción lítica en el Paleolítico Superior Final: El caso del nivel Asup del Molí del Salt (Vimbodí i Poblet, Tarragona). *Zephyrus* 72, 39–58. <https://doi.org/10.14201/zephyrus2013723958>

García-Medrano, P., 2011. Los sistemas técnicos del pleistoceno medio en el oeste de Europa cadenas operativas y procesos de configuración en los conjuntos líticos de galería y gran dolina TD10-1 (sierra de Atapuerca, Burgos, España) y Boxgrove (Sussex, Inglaterra). Universidad de Burgos. Tesis Doctoral.

García-Medrano, P., Cáceres, I., Ollé, A., Carbonell, E., 2017. The occupational pattern of the Galería site (Atapuerca, Spain): A technological perspective. *Quat. Int.* 433, 363–378. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.11.013>

García-Medrano, P., Ollé, A., Ashton, N., Roberts, M.B., 2018. The Mental Template in Handaxe Manufacture: New Insights into Acheulean Lithic Technological Behavior at Boxgrove, Sussex, UK. *J. Archaeol. Method Theory* 2018 261 26, 396–422. <https://doi.org/10.1007/S10816-018-9376-0>

García-Medrano, P., Ollé, A., Díez, C., Carbonell, E., 2013. Les matières premières, la technologie lithique et les stratégies d’occupation dans le site du Pléistocène moyen de Covacha de los Zarpazos (gisement de Galería, Sierra de Atapuerca, Espagne). *Anthropologie*. 117, 515–540. <https://doi.org/10.1016/J.ANTHRO.2013.10.003>

García-Medrano, P., Ollé, A., Mosquera, M., Cáceres, I., Carbonell, E., 2015. The nature of technological changes: The Middle Pleistocene stone tool assemblages from Galería and Gran Dolina-subunit TD10.1 (Atapuerca, Spain). *Quat. Int.* 368, 92–111. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.03.006>

García-Medrano, P., Ollé, A., Mosquera, M., Cáceres, I., Díez, C., Carbonell, E., 2014. The earliest Acheulean technology at Atapuerca (Burgos, Spain): Oldest levels of the Galería site (GII Unit). *Quat. Int.* 353, 170–194. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.03.053>

García, J., Martínez, K., Carbonell, E., 2013. The Early Pleistocene stone tools from Vallparadís (Barcelona, Spain). *Quat. Int.* 316, 94–114. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.09.038>.

- Geneste, J.-M., 1985. *Analyse lithique d'industries moustériennes du Périgord : une approche du comportement des groupes humains au paléolithique moyen*. Bordeaux 1.
- Gibert, J., Palmqvist, P., 1995. Fractal Analysis of the Orce Skull Sutures. *J. Hum. Evol.* 28, 561–575.
- Gibert, L., Scott, G., Martin, R., Gibert, J., 2007. The Early to Middle Pleistocene boundary in the Baza Basin (Spain). *Quat. Sci. Rev.* 26, 2067–2089. <https://doi.org/10.1016/J.QUASCIREV.2007.06.012>
- Gil, E., Aguirre, E., Hoyos, M., 1987. Contexto estratigráfico., in: Aguirre Enríquez, E., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M. (Eds.), *El Hombre Fósil de Ibeas y El Pleistoceno de La Sierra de Atapuerca*. Junta de Castilla y León, Valladolid, pp. 47–54.
- Goren-Inbar, N., Lister, A., Werker, E., Chech, M., 1994. A butchered elephant skull and associated artifacts from the Acheulian site of Gesher Benot Ya'aqov, Israel. *Paléorient* 20, 99–112. <https://doi.org/10.3406/paleo.1994.4604>
- Gowlett, J.A.J., 2016. The discovery of fire by humans: A long and convoluted process. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 371. <https://doi.org/10.1098/RSTB.2015.0164>
- Gowlett, J.A.J., 1986. Culture and conceptualisation: The Oldowan-Acheulian gradient, in: Bailey, G.N., Callow, P. (Eds.), *Stone Age Prehistory*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 243–260.
- Gowlett, J.A.J., 1984. Mental abilities of early man: A look at some hard evidence, in: Foley, R.A. (Ed.), *Hominid Evolution and Community Ecology: Prehistoric Human Adaptation in Biological Perspective*. Academic Press, London, pp. 167–192.
- Green, R.E., Krause, J., Briggs, A.W., Maricic, T., Stenzel, U., Kircher, M., Patterson, N., Li, H., Zhai, W., Fritz, M.H.Y., Hansen, N.F., Durand, E.Y., Malaspina, A.S., Jensen, J.D., Marques-Bonet, T., Alkan, C., Prüfer, K., Meyer, M., Burbano, H.A., Good, J.M., Schultz, R., Aximu-Petri, A., Butthof, A., Hober, B., Hoffner, B., Siegemund, M., Weihmann, A., Nusbaum, C., Lander, E.S., Russ, C., Novod, N., Affourtit, J., Egholm, M., Verna, C., Rudan, P., Brajkovic, D., Kucan, Z., Gusic, I., Doronichev, V.B., Golovanova, L. V., Lalueza-Fox, C., de la Rasilla, M., Fortea, J., Rosas, A., Schmitz, R.W., Johnson, P.L.F., Eichler, E.E., Falush, D., Birney, E., Mullikin, J.C., Slatkin, M., Nielsen, R., Kelso, J., Lachmann, M., Reich, D., Pääbo, S., 2010. A Draft Sequence of the Neandertal Genome. *Science*. 328, 710–722. <https://doi.org/10.1126/science.1188021>
- Groucutt, H.S., Shipton, C., Alsharekh, A., Jennings, R., Scerri, E.M.L., Petraglia, M.D., 2015.

- Late Pleistocene lakeshore settlement in northern Arabia: Middle Palaeolithic technology from Jebel Katefeh, Jubbah. *Quat. Int.* 382, 215–236. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.12.001>
- Grün, R., Aguirre, E., 1987. Datación por ESR y por la serie del U, en los depósitos cársticos de Atapuerca, in: Aguirre, E., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M. (Eds.), *El Hombre Fósil de Ibeas y El Pleistoceno de La Sierra de Atapuerca*. Junta de Castilla y León, Valladolid, pp. 201–204.
- Guadelli, J.-L., Turq, A., Seronie-Vivien, R., 2012. Le site de Pradayrol à Caniac-du-Causse (Lot), in: *La Conquête de l'Ouest II y a Un Million d'années En Europe*. CNRS, pp. 136–137.
- Guette, C., 2002. Révision critique du concept de débitage Levallois à travers l'étude du gisement moustérien de Saint-Vaast-la-Hougue/le Fort (chantiers I-III et II, niveaux inférieurs) (Manche, France). *Bull. la Société Préhistorique Française* 99, 237–248.
- Guilbaud, M., 1995. Introduction sommaire au concept de champ opératoire. *Cah. Noir* 7, 121–133.
- Guilbaud, M., 1993. Debitage from the Upper Castelperronian level at Saint-Césaire, in: Lévêque, F., Backer, A.M., Guibaud, M. (Eds.), *Context of a Late Neandertal: Implications of Multidisciplinary Research for the Transition to Upper Paleolithic Adaptations at Saint Césaire, Charente-Maritime, France*. Prehistory Press, Madison, pp. 37–58.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., 2006. *Paleontological Data Analysis*. Blackwell Publishing.
- Harding, P., Bridgland, D.R., Allen, P., Bradley, P., Grant, M.J., Peat, D., Schwenninger, J.-L., Scott, R., Westaway, R., White, T.S., 2012. Chronology of the Lower and Middle Palaeolithic in NW Europe: developer-funded investigations at Dunbridge, Hampshire, southern England. *Proc. Geol. Assoc.* 123, 584–607.
- Hardy, B.L., Moncel, M.H., Despriée, J., Courcimaut, G., Voinchet, P., 2018. Middle Pleistocene hominin behavior at the 700ka Acheulean site of la Noira (France). *Quat. Sci. Rev.* 199, 60–82. <https://doi.org/j.quascirev.2018.09.013>
- Harmand, S., 2009. Variability in Raw Material Selectivity at the Late Pliocene sites of Lokalalei, in: Hovers, E., Braun, D.R. (Eds.), *Interdisciplinary Approaches to the Oldowan*. Springer, Dordrecht, pp. 85–97. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9059-2>
- Harmon, R.S., Głazek, J., Nowak, K., 1980. $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ dating of travertine from the Bilzingsleben archaeological site. *Nature* 284, 132–135.

<https://doi.org/10.1038/284132a0>

Hayden, B., 1982. Interaction Parameters and the Demise of Paleo-Indian Craftsmanship. *Plains Anthropol.* 27, 109–123. <https://doi.org/10.1080/2052546.1982.11909100>

Henry, D., 1989. Correlations between reduction strategies and settlement patterns., in: Henry, D.O., Odell, G.H. (Eds.), *Alternative Approaches to Lithic Analysis*. American Anthropological Association, Washington, pp. 139–155.

Hiscock, P., Clarkson, C., 2015. Retouch intensity on Quina scrapers at Combe Grenal: a test of the reduction model, in: Behie, A.M., Oxenham, M.F. (Eds.), *Taxonomic Tapestries: The Threads of Evolutionary, Behavioural and Conservation Research*. ANU Press, pp. 103–128.

Hiscock, P., Clarkson, C., 2009. The reality of reduction experiments and the GIUR: reply to Eren and Sampson. *J. Archaeol. Sci.* 36, 1576–1581. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.03.019>

Hiscock, P., Tabrett, A., 2010. Generalization, inference and the quantification of lithic reduction. *World Archaeol.* 42, 545–561. <https://doi.org/10.1080/00438243.2010.517669>

Hodgson, D., 2015. The symmetry of Acheulean handaxes and cognitive evolution. *J. Archaeol. Sci. Reports* 2, 204–208. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.02.002>

Holdaway, S.J., Shiner, J.I., Fanning, P.C., 2008. Assemblage formation as a result of raw material acquisition in western New South Wales, Australia. *Lithic Technol.* 23, 1–16.

Holmes, W.H., 1894. Natural History of Flaked Stone Implements, in: Wake, C.S. (Ed.), *Mémoires of the International Congress of Anthropology*. Schulte, Chicago, pp. 120–139.

Hopkinson, T., 2001. *The Middle Palaeolithic leaf points of Europe: An ecological geography*. University of Cambridge.

Hosfield, R., 2020. *The earliest Europeans, a year in the life: seasonal survival strategies in the Lower Palaeolithic*. Oxbow, Oxford.

Hublin, J.-J., 1998. Climatic changes, paleogeography, and the evolution of the Neandertals, in: Akazawa, T., Aoki, K., Bar-Yosef, O. (Eds.), *Neandertals and Modern Humans in Western Asia*. Plenum Press, New York, pp. 295–310.

Hublin, J.J., 2009. The origin of Neandertals. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 106, 16022–16027. <https://doi.org/10.1073/pnas.0904119106>

- Huguet, R., 2007. Primeras ocupaciones humanas en la Península Ibérica Paleoeconomía en la Sierra de Atapuerca (Burgos) y la Cuenca de Guadix-Baza (Granada) durante del Pleistoceno Inferior. Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.
- Huguet, R., 1997. Estudi zooarqueològic de la Unitat GII del complex Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos). Universitat Rovira i Virgili. Tesis de Licenciatura.
- Huguet, R., Díez Fernández-Lomana, J.C., Rossell, J., Cáceres, I., Moreno Lara, V., Ibáñez, N., Saladié, P., 2001. Le gisement de Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos, Espagne): un modèle archéozoologique de gestion du territoire durant le Pléistocène. *L'Anthropologie* 105, 237–258.
- Ingbar, E., 1992. The Hanson Site and Folsom on the Northwestern Plains., in: Stanford, D., Day, J. (Eds.), *Ice Age Hunters of the Rockies*. Denver Museum of Natural History and University Press of Colorado.
- Ingbar, E.E., Larson, M.L., Bradley, B.A., 1989. A non-typological approach to debitage analysis, in: Amick, S., Mauldin, R.P. (Eds.), *Experiments in Lithic Technology*. BAR International Series 528, Oxford, pp. 117–136.
- Inizan, M.L., Reduron-Ballinger, M., Roche, H., Tixier, J., 1999. Technology and terminology of knapped stone, in: *Préhistoire de La Pierre Taillée*. Cercle de Recherches et d'Études Préhistoriques, Paris.
- Ioviță, R., 2011. Shape Variation in Aterian Tanged Tools and the Origins of Projectile Technology: A Morphometric Perspective on Stone Tool Function. *PLoS One* 6, e2029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029029>
- Ioviță, R., 2009. Ontogenetic scaling and lithic systematics: method and application. *J. Archaeol. Sci.* 36, 1447–1457. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2009.02.008>
- Ioviță, R., Mcpherron, S.P., 2011. The handaxe reloaded: a morphometric reassessment of Acheulian and Middle Paleolithic handaxes. *J. Hum. Evol.* 61, 61–74.
- Ioviță, R., Tuvi-Arad, I., Moncel, M.H., Despriée, J., Voinchet, P., Bahain, J.-J., 2017. High handaxe symmetry at the beginning of the European Acheulian: The data from la Noira (France) in context. *PLoS One* 12, e0177063. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0177063>
- Isaac, G.L., 1986. Foundation stones: early artifacts as indicators of activities and abilities., in: Bailey, G.N., Callow, P. (Eds.), *Stone Age Prehistory: Studies in Memory of Charles McBurney*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 221–241.

- Isaac, G.L., 1984. The Archaeology of Human Origins: Studies of the Lower Pleistocene in East Africa 1971- 1981, in: Wendorf, F., Close, A.E. (Eds.), *Advances in World Archaeology*. Academic Press, Orlando, pp. 1–87.
- Isaac, G.L., 1978. The food-sharing behaviour of proto-human hominids. *Sci. Am.* 238, 90–108.
- Isaac, G.L., 1977a. Olorgesailie. Archeological Studies of a Middle Pleistocene Lake Basin in Kenya. University of Chicago Press, Chicago.
- Isaac, G.L., 1977b. Squeezing blood from stones, in: Wright, R.V.S. (Ed.), *Stone Tools as Cultural Markers: Change, Evolution, and Complexity*. Humanities Press, New Jersey, pp. 5–12.
- Isaac, G.L., 1967. Towards the interpretation of occupation debris: some experiments and observations. *Kroeber Anthropol. Soc. Pap.* 37, 31–57.
- Isaac, G.L. I., Harris, J.W.K., 1997. Sites stratified within the KBS Tuff: Reports., in: Isaac, G.L. I., Isaac, B. (Eds.), *Koobi Fora Research Project, Plio-Pleistocene Archaeology Volume 5*. Oxford: Clarendon Press, pp. 71–114.
- Jaubert, J., 1993. Le gisement Paléolithique moyen de Mauran (Haute Garonne): techno-économie des industries lithiques. *Bull. la Société Préhistorique Française* 90, 328–335.
- Jaubert, J., Farizy, C., 1995. Levallois Debitage: Exclusivity, Absence or Coexistence with Other Operative Schemes (Garonne Basin, SW France)., in: Dibble, H.L., Bar-Yosef, O. (Eds.), *The Definition and Interpretation of Levallois Technology. Monographs in World Archaeology*. Prehistory Press, Madison, Wisconsin, pp. 227–248.
- Jelinek, A., 1976. Form, function, and style in lithic analysis., in: Cleland, C.E. (Ed.), *Cultural Change and Continuity: Essays in Honor of James Bennett Griffin*. Academic Press., New York, pp. 19–33.
- Jiménez-Arenas, J.M., Santonja, M., Botella, M., Palmqvist, P., 2011. The oldest handaxes in Europe: fact or artefact? *J. Archaeol. Sci.* 38, 3340–3349.
<https://doi.org/10.1016/J.JAS.2011.07.020>
- Karlin, C., Julien, M., 1994. Prehistoric technology: a cognitive science?, in: Renfrew, C., Zubrow, E.B. (Eds.), *The Ancient Mind. New Directions in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 152–164.
- Kelly, R.L., 1992. Mobility/Sedentism: Concepts, Archaeological Measures, and Effects. *Annu. Rev. Anthropol.* 21, 43–66.

- Kelly, R.L., 1985. Hunter-Gatherer Mobility and Sedentism: a Great Basin Study. University of Michigan. Ph.D.Thesis, Ann Arbor.
- Kelterborn, P., 1987. Principles of experimental research in archaeology. *Bull. Exp. Archaeol.* 8, 11–12.
- Key, A.J.M., Lycett, S.J., 2015. Edge angle as a variably influential factor in flake cutting efficiency: an experimental investigation of its relationship with tool size and loading. *Archaeometry* 57, 911–927.
- Key, A.J.M., Lycett, S.J., 2014. Are bigger flakes always better? An experimental assessment of flake size variation on cutting efficiency and loading. *J. Archaeol. Sci.* 41, 140–146.
- Kleindiest, M.R., 1962. Component of the East African Acheulian assemblage: An analytic approach, in: Mortelmans, G., Nenquin, J. (Eds.), *Actes Du IVe Congrès Panafricain de Préhistoire et de l'Étude Du Quaternaire*. Musée Royale de l'Afrique Centrale, pp. 81–108.
- Koulakovska, L., Usik, V., Haesaerts, P., 2010. Early Paleolithic of Korolevo site (Transcarpathia, Ukraine). *Quat. Int.* 223–224, 116–130. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.09.031>
- Kuhn, S.L., 1992. On planning and curated technologies in the Middle Paleolithic. *J. Anthropol. Res.* 48, 185–214.
- Kuhn, S.L., 1991. “Unpacking” Reduction: Lithic Raw Material Economy in the Mousterian of West-Central Italy. *J. Anthropol. Res.* 10, 76–106. [https://doi.org/10.1016/0278-4165\(91\)90022-P](https://doi.org/10.1016/0278-4165(91)90022-P)
- Kuhn, S.L., 1990. A Geometric Index of Reduction for Unifacial Stone Tools. *J. Archaeol. Sci.* 17, 583–593.
- Kuhn, S.L., Hovers, E., 2005. General introduction, in: Hovers, E., Kuhn, S.L. (Eds.), *Transitions before the Transition: Evolution and Stability in the Middle Paleolithic and Middle Stone Age*. Kluwer Press, New York.
- Lahr, M.M., Foley, R., 2001. Mode 3, *Homo helmei*, and the Pattern of human evolution in the Middle Pleistocene, in: Berham, H., Robson-Brown, K. (Eds.), *Human Roots, African and Asia in the Middle Pleistocene*. Western Academic, Bristol, pp. 23–39.
- Lamotte, A., 1995. Données nouvelles sur l'Acheuléen de l'Europe du Nord-Ouest. *Bull. la Société Préhistorique Française* 92, 193–200. <https://doi.org/10.3406/bspf.1995.10005>
- Lamotte, A., Tuffreau, A., 2016. Acheulean of the Somme basin (France): Assessment of lithic

- changes during MIS 12 to 9. *Quat. Int.* 409, 54–72.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.08.058>
- Laplace, G., 1972. La typologie analytique et structurale: Base rationnelle d'étude des industries lithiques et osseuses. *Colloq. Natx. CNRS.* 932, 91–143.
- Lazuén, T., Delagnes, A., 2014. Lithic tool management in the Early Middle Paleolithic: an integrated techno-functional approach applied to Le Pucueil-type production (Le Pucueil, northwestern France). *J. Archaeol. Sci.* 52, 337–353.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.08.029>
- Leakey, M.D., 1971. Olduvai Gorge. Vol 3. Excavations in Beds I and II, 1960-1963. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lemonnier, P., 1992. Elements for an anthropology of technology. Museum of Anthropology, University of Michigan.
- Lenoir, M., Turq, A., 1995. Recurrent centripetal debitage (Levallois and discoidal): continuity or discontinuity, in: Dibble, H.L., Bar-Yosef, O. (Eds.), *The Definition and Interpretation of Levallois Technology*. Monographs in World Archaeology. Prehistory Press, Madison, pp. 249–256.
- Leroi-Gourhan, A., 1993. *Gesture and Speech*. MIT Press, Cambridge.
- Leroi-Gourhan, A., 1964. *Le geste et la parole. Technique et langage*. Albin Michel, Paris.
- Li, H., Kuman, K., Li, C., 2016. The symmetry of handaxes from the Danjiangkou Reservoir Region (Central China): A methodological consideration. *Quat. Int.* 400, 65–72.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.05.033>
- Li, H., Kuman, K., Li, C., 2015. Quantifying the Reduction Intensity of Handaxes with 3D Technology: A Pilot Study on Handaxes in the Danjiangkou Reservoir Region, Central China. *PLoS One* 10, e0135613. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135613>
- Lin, S., Rezek, Z., Braun, D.R., Dibble, H.L., 2013. On the Utility and Economization of Unretouched Flakes: The Effects of Exterior Platform Angle and Platform Depth. *Am. Antiq.* 78, 724–745. <https://doi.org/10.7183/0002-7316.78.4.724>
- Lin, S.C., Douglass, M.J., Holdaway, S.J., Floyd, B., 2010. The application of 3D laser scanning technology to the assessment of ordinal and mechanical cortex quantification in lithic analysis. *J. Archaeol. Sci.* 37, 694–702.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.10.030>
- Lin, S.C., Mcpherron, S.P., Dibble, H.L., 2015. Establishing statistical confidence in Cortex

- Ratios within and among lithic assemblages: a case study of the Middle Paleolithic of southwestern France. *J. Archaeol. Sci.* 59, 89–109. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.04.004>
- Lombao, D., 2019. VRM experiment raw data [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3368659>
- Lombao, D., Cueva-Temprana, A., Mosquera, M., Morales, J.I., 2020. A new approach to measure reduction intensity on cores and tools on cobbles: the Volumetric Reconstruction Method. *Archaeol. Anthropol. Sci.* 12. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01154-7>
- Lombao, D., Cueva-Temprana, A., Rabuñal, J.R., Morales, J.I., Mosquera, M., 2019. The effects of blank size and knapping strategy on the estimation of core's reduction intensity. *Archaeol. Anthropol. Sci.* 11, 5445–5461. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00879-4>
- Lombao, D., Rabuñal, J.R., 2019. 3D models experimental cores [Data-set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2585423>
- Lombao, D., Rabuñal, J.R., Morales, J.I., Ollé, A., Carbonell, E., Mosquera, M., 2021a. 3D models of cores from Gran Dolina -TD6.2 (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) [Data-set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4680626>
- Lombao, D., Rabuñal, J.R., Morales, J.I., Ollé, A., Carbonell, E., Mosquera, M., 2021b. The technological behaviours of Homo antecessor: core management and reduction intensity at Gran Dolina-TD6.2 (Atapuerca, Spain). *OSF Prepr.* <https://doi.org/10.31219/OSF.IO/TEZ2Y>
- López-García, J.M., Luzi, E., Berto, C., Peretto, C., Arzarello, M., 2015. Chronological context of the first hominin occurrence in southern Europe: the *Allophaiomys ruffoi* (Arvicolinae, Rodentia, Mammalia) from Pirro 13 (Pirro Nord, Apulia, southwestern Italy). *Quat. Sci. Rev.* 107, 260–266. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.10.029>
- López-Ortega, E., 2020. Identificación de áreas de actividad e interacciones intra-site a través del estudio de remontajes líticos en el Pleistoceno Medio en el nivel TD10.1 de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos). Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.
- López-Ortega, E., Bargalló, A., de Lombera-Hermida, A., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., 2017. Quartz and quartzite refits at Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos): Connecting lithic artefacts in the Middle Pleistocene unit of TD10.1. *Quat. Int.* 433, 85–102. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.09.026>
- López-Ortega, E., Rodríguez-Álvarez, X.P., Vaquero, M., 2011. Lithic refitting and movement

- connections: the NW area of level TD10-1 at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *J. Archaeol. Sci.* 38, 3112–3121. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.07.011>
- López Antoñanzas, R., Cuenca Bescós, G., 2002. The Gran Dolina site (Lower to Middle Pleistocene, Atapuerca, Burgos, Spain): new palaeoenvironmental data based on the distribution of small mammals. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 186, 311–334.
- Lordkipanidze, D., Jashashvili, T., Vekua, A., de León, M.S.P., Zollikofer, C.P.E., Rightmire, G.P., Pontzer, H., Ferring, R., Oms, O., Tappen, M., Bukhsianidze, M., Agustí, J., Kahlke, R., Kiladze, G., Martínez-Navarro, B., Mouskhelishvili, A., Nioradze, M., Rook, L., 2007. Postcranial evidence from early Homo from Dmanisi, Georgia. *Nature* 499, 305–310. <https://doi.org/10.1038/nature06134>
- Lorenzo, C., 1993. Análisis espacial de las asociaciones arqueopaleontológicas del nivel TG11 en el yacimiento de Trinchera Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos). Universidad Rovira i Virgili. Tesis de Licenciatura.
- Lorenzo, C., Carbonell, E., 1999. Representación espacial de los suelos de ocupación del nivel TG11 de Trinchera Galería, Sierra de Atapuerca, Burgos., in: Carbonell, E., Rosas, A., Díez, C. (Eds.), *Atapuerca: Ocupaciones Humanas y Paleoecología Del Yacimiento de Galería*. Junta de Castilla y León, Zamora, pp. 79–94.
- Lozano-Fernández, I., Bañuls-Cardona, S., Blain, H.A., López-García, J.M., Vallverdú, J., Agustí, J., Cuenca-Bescós, G., 2014. Biochronological data inferred from the Early Pleistocene small mammals of the Barranc de la Boella site (Tarragona, north-eastern Spain). *J. Quat. Sci.* 29. <https://doi.org/10.1002/jqs.2744>
- Lozano-Fernández, I., Vallverdú, J., Saladié, P., Rosas, A., Agustí, J., 2015. Datos paleoambientales inferidos a partir de los micromamíferos del Pleistoceno Inferior del yacimiento del Barranc de la Boella (Tarragona, España)., in: *Actas Del XIII EJP*.
- Lycett, S.J., von Cramon-Taubadel, N., 2008. Acheulean variability and hominin dispersals: a model-bound approach. *J. Archaeol. Sci.* 35, 553–562. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.05.003>
- MacDonald, K., Martínón-Torres, M., Dennell, R.W., Bermúdez de Castro, J.M., 2012. Discontinuity in the record for hominin occupation in south-western Europe: Implications for occupation of the middle latitudes of Europe. *Quat. Int.* 271, 84–97. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2011.10.009>
- Machin, A.J., Hosfield, R.T., Mithen, S.J., 2007. Why are some handaxes symmetrical ?

Testing the influence of handaxe morphology on butchery effectiveness 34.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.09.008>

Madurell-Malapeira, J., Sorbelli, L., Ros-Montoya, S., Martínez-Navarro, B., Vallverdú, J., Pineda, A., Rosas, A., Huguet, R., Cáceres, I., García-Taberner, A., López-Polín, L., Ollé, A., Saladié, P., 2019. Acheulian tools and Villafranchian taxa: The latest Early Pleistocene large mammal assemblage from Barranc de la Boella (NE Iberian Peninsula), in: XXXV Jornadas de Paleontología. pp. 161–166.

Magne, M., 1989. Lithic reduction stages and assemblage formation processes. *Exp. Lithic Technol.* 14, 15–31.

Magne, M., Pokotylo, D., 1981. A pilot study in bifacial lithic reduction sequences. *Lithic Technol.* 6, 34–47.

Malinsky-Buller, A., 2016. The Muddle in the Middle Pleistocene: The Lower–Middle Paleolithic Transition from the Levantine Perspective. *J. World Prehistory* 29, 1–78.
<https://doi.org/10.1007/s10963-016-9092-1>

Malinsky-Buller, A., Grosman, L., Marder, O., 2011a. A case of techno-typological lithic variability & continuity in the late Lower Palaeolithic. *Before Farming* 2011, 1–32.
<https://doi.org/10.3828/bfarm.2011.1.3>

Malinsky-Buller, A., Hovers, E., Marder, O., 2011b. Making time: ‘Living floors’, ‘palimpsests’ and site formation processes – A perspective from the open-air Lower Paleolithic site of Revadim Quarry, Israel. *J. Anthropol. Archaeol.* 30, 89–101.
<https://doi.org/10.1016/J.JAA.2010.11.002>

Mallol, C., 1999. The Selection of Lithic Raw Materials in the Lower and Middle Pleistocene Levels TD6 and TD10A of Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *J. Anthropol. Res.* 55, 385–407.

Mallol, C., Carbonell, E., 2008. The Collapse of Gran Dolina cave, Sierra de Atapuerca, Spain: Site formation processes of layer TD10-1. *Geoarchaeology* 23, 13–41.
<https://doi.org/10.1002/GEA.20206>

Mania, D., 1995. The earliest occupation of Europe: The Elbe-Saale region (Germany), in: Roebroeks, W., Kolfschoten, T. van (Eds.), *Analecta Praehistorica Leidensia* 27: The Earliest Occupation of Europe: Proceedings of the European Science Foundation Workshop at Tautavel (France), 1993. Leiden University Press, pp. 85–101.

Manzi, G., 2004. Human evolution at the Matuyama-Brunhes boundary. *Evol. Anthropol.* 13, 11–24. <https://doi.org/10.1002/EVAN.10127>

- Marder, O., Malinsky-Buller, A., Shahack-Gross, R., Ackermann, O., Ayalon, A., Bar-Matthews, M., Goldsmith, Y., Inbar, M., Rabinovich, R., Hovers, E., 2011. Archaeological horizons and fluvial processes at the Lower Paleolithic open-air site of Revadim (Israel). *J. Hum. Evol.* 60, 508–522. <https://doi.org/10.1016/J.JHEVOL.2010.01.007>
- Marks, A., Shokler, J., Zilhao, J., 1991. Raw material usage in the Paleolithic. The effects of local availability on selection and economy, in: Montet-White, A., Holen, S.R. (Eds.), *Raw Material Economies Among Prehistoric Hunter-Gatherers*. University of Kansas Publications in Anthropology, Kansas, pp. 127–139.
- Márquez, B., Ollé, A., Sala, R., Vergès, J.M., 2001. Perspectives méthodologiques de l'analyse fonctionnelle des ensembles lithiques du Pléistocène inférieur et moyen d'Atapuerca (Burgos, Espagne). *L'Anthropologie* 105, 281–299.
- Marreiros, J., Bicho, N., 2013. Lithic technology variability and human ecodynamics during the Early Gravettian of Southern Iberian Peninsula. *Quat. Int.* 318, 90–101. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2013.05.008>
- Martínez, K., Garcia-Garriga, J., 2016. On the origin of the European Acheulian. *J. Anthropol. Archaeol.* 44, 87–104. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.09.003>
- Martínez, K., García, J., Carbonell, E., Agustí, J., Bahain, J.J., Blain, H.A., Burjachs, F., Cáceres, I., Duval, M., Falguères, C., Gómez, M., Huguet, R., 2010. A new Lower Pleistocene archeological site in Europe (Vallparadís, Barcelona, Spain). *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107, 5762–5767.
- Martinón-Torres, M., Xing, S., Liu, W., Bermúdez de Castro, J.M., 2018. A “source and sink” model for East Asia? Preliminary approach through the dental evidence. *Comptes Rendus Palevol* 17, 33–43. <https://doi.org/10.1016/J.CRPV.2015.09.011>
- Marwick, B., 2008a. What attributes are important for the measurement of assemblage reduction intensity? Results from an experimental stone artefact assemblage with relevance to the Hoabinhian of mainland Southeast Asia. *J. Archaeol. Sci.* 35, 1189–1200. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.08.007>
- Marwick, B., 2008b. Beyond typologies: the reduction thesis and its implications for lithic assemblages in Southeast Asia. *Indo-Pacific Prehistory Assoc. Bull.* 28, 108–116.
- Mathias, C., Bourguignon, L., Brenet, M., Grégoire, S., Moncel, M.-H., 2020. Between new and inherited technical behaviours: a case study from the Early Middle Palaeolithic of Southern France. *Archaeol. Anthropol. Sci.* 12, 146. <https://doi.org/10.1007/s12520->

020-01114-1

- Mauss, M., 1979. *Sociology and Psychology: Essays*. Routledge, Boston.
- Mauss, M., 1934. Les techniques du corps. *J. Psychol.* XXXII, 363–386.
- McCall, G.S., 2012. Ethnoarchaeology and the Organization of Lithic Technology. *J. Archaeol. Res.* 20, 157–203. <https://doi.org/10.1007/S10814-011-9056-Z>
- McNabb, J., 2007. *The British Lower Palaeolithic. Stones in Contention*. Routledge, London.
- McPherron, S.P., 2000. Handaxes as a Measure of the Mental Capabilities of Early Hominids. *J. Archaeol. Sci.* 27, 655–663. <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0467>
- McPherron, S.P., 1999. Ovate and pointed handaxe assemblages: two points make a line. *Préhistoire Eur.* 14, 9–32.
- McPherron, S.P., 1995. A reexamination of the british biface data. *Lithics* 16, 47–63.
- McPherron, S.P., 1994. A reduction model for variability in Acheulian biface morphology. University of Pennsylvania. Ph.D.Thesis.
- Meignen, L., 1995. Levallois lithic production systems in the Middle Paleolithic of the Near East: The case of the unidirectional method, in: Dibble, H.L., Bar-Yosef, O. (Eds.), *The Definition and Interpretation of Levallois Technology*. Prehistory Press, Madison, pp. 361–379.
- Mellars, P., 1973. The character of the middle-upper Palaeolithic transition in south-west France, in: Renfrew, C. (Ed.), *The Explanation of Culture Change*. Duckworth, London, pp. 255–276.
- Mellars, P.A., 1970. The Chronology of Mousterian Industries in the Périgord Region of South-West France. *Proc. Prehist. Soc.* 35, 134–171. <https://doi.org/10.1017/S0079497X00013438>
- Méndez-Quintas, E., Demuro, M., Arnold, L.J., Duval, M., Pérez-González, A., Santonja, M., 2019. Insights into the late stages of the Acheulean technocomplex of Western Iberia from the Arbo site (Galicia, Spain). *J. Archaeol. Sci. Reports* 27. <https://doi.org/10.1016/J.JASREP.2019.101934>
- Méndez-Quintas, E., Santonja, M., Pérez-González, A., Duval, M., Demuro, M., Arnold, L.J., 2018. First evidence of an extensive Acheulean large cutting tool accumulation in Europe from Porto Maior (Galicia, Spain). *Sci. Rep.* 8, 3082. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21320-1>

- Menéndez, L., 2010. La transición del modo 2 al modo 3 vista a través de la industria lítica de Gran Dolina TD10 (Atapuerca, Burgos) y Orgnac 3 (Ardèche, Francia). Desarrollo tecnológico y posibles implicaciones ocupacionales de los conjuntos. Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.
- Menéndez, L., Vaquero, M., 2015. La evolución técnica en los yacimientos de Gran Dolina TD10 (Atapuerca, Burgos) y Orgnac 3 (Ardèche, Francia) y la transición entre el Achelense y el Musteriense en Europa occidental. *Nailos Estud. Interdiscip. Arqueol.* 49–87.
- Meyer, M., Arsuaga, J.L., De Filippo, C., Nagel, S., Aximu-Petri, A., Nickel, B., Martínez, I., Gracia, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Viola, B., Kelso, J., Prüfer, K., Pääbo, S., 2016. Nuclear DNA sequences from the Middle Pleistocene Sima de los Huesos hominins. *Nature* 531, 504–507. <https://doi.org/10.1038/NATURE17405>
- Mgeladze, A., Lordkipanidze, D., Moncel, M.H., Desprée, J., Chagelishvili, R., Nioradze, M., Nioradze, G., 2010. First human settlement of the Caucasus: Technical behavior and raw material acquisition at Dmanisi, Georgia (1.77Ma). *Quat. Int.* 223–224, 422–425. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.07.015>
- Michel, V., Boschian, G., Valensi, P., 2008. Datation ESR de dents d'aurochs du site Paléolithique inférieur de Castel di Guido (Italie). *ArchaeoSciences* 32, 51–58. <https://doi.org/10.4000/ARCHEOSCIENCES.962>
- Michel, V., Shen, C.-C., Woodhead, J., Hu, H.-M., Wu, C.-C., Moullé, P.-É., Khatib, S., Cauche, D., Moncel, M.-H., Valensi, P., Chou, Y.-M., Gallet, S., Echassoux, A., Orange, F., de Lumley, H., 2017. New dating evidence of the early presence of hominins in Southern Europe. *Sci. Rep.* 7. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-10178-4>
- Michel, V., Shen, G., Shen, C.-C., Wu, C.-C., Vérati, C., Gallet, S., Moncel, M.-H., Combier, J., Khatib, S., Manetti, M., 2013. Application of U/Th and ⁴⁰Ar/³⁹Ar Dating to Orgnac 3, a Late Acheulean and Early Middle Palaeolithic Site in Ardèche, France. *PLoS One* 8, e82394. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082394>
- Michel, V., Yokoyama, Y., Boschian, G., 2001. Preliminary U-series results and dating of faunal remains from Castel di Guido, Italy., in: Cavarretta, G., Gioia, P., Mussi, M., Palombo, M.R. (Eds.), *Proceedings of the 1st International Congress of La Terra Degli Elefanti: The World of Elephants*. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, pp. 548–551.
- Moigne, A.M., Valensi, P., Auguste, P., García-Solano, J., Tuffreau, A., Lamotte, A., Barroso,

- C., Moncel, M.H., 2016. Bone retouchers from Lower Palaeolithic sites: Terra Amata, Orgnac 3, Cagny-l'Épinette and Cueva del Angel. *Quat. Int.* 409, 195–212. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.06.059>
- Moncel, M.-H., 2003. Tata (Hongrie). Un assemblage microlithique du début du Pléistocène supérieur en Europe Centrale. *Anthropologie.* 107, 117–151. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(02\)00005-5](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(02)00005-5)
- Moncel, M.-H., 2001. A technological approach of a microlithic assemblage: The site of Tata (middle palaeolithic, Hungary). *Archaeol. Értesítő* 126, 75–98. <https://doi.org/10.1556/ArchErt.126.2001.1-2.3>
- Moncel, M.-H., García-Medrano, P., Desprieé, J., Arnaud, J., Voinchet, P., Bahain, J.-J., 2021. Tracking behavioral persistence and innovations during the Middle Pleistocene in Western Europe. Shift in occupations between 700 and 450 ka at la Noira site (Centre, France). *J. Hum. Evol.* 156, 103009. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2021.103009>
- Moncel, M.-H., Moigne, A.M., Sam, Y., Combier, J., 2011. The Emergence of Neanderthal Technical Behavior: New Evidence from Orgnac 3 (Level 1, MIS 8), Southeastern France. *Curr. Anthropol.* 52, 37–75. <https://doi.org/10.1086/658179>
- Moncel, M., Schreve, D., 2016. The Acheulean in Europe: Origins, evolution and dispersal. *Quat. Int.* 411, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.08.039>
- Moncel, M.H., 1998. Le Paléolithique moyen dans la moyenne vallée du Rhône en France: la question de la variabilité des assemblages lithiques des stades isotopiques 9 à 3. *Anthropologie* 36, 181–199.
- Moncel, M.H., Arzarello, M., Boëda, É., Bonilauri, S., Chevrier, B., Gaillard, C., Forestier, H., Yinghua, L., Sémah, F., Zeitoun, V., 2018. Assemblages with bifacial tools in Eurasia (third part). Considerations on the bifacial phenomenon throughout Eurasia. *Comptes Rendus - Palevol* 17, 77–97. <https://doi.org/10.1016/J.CRPV.2015.11.007>
- Moncel, M.H., Ashton, N., 2018. From 800 to 500 ka in Western Europe. The oldest evidence of acheuleans in their technological, chronological, and geographical framework. *Vertebr. Paleobiol. Paleoanthropology* 215–235. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75985-2_11
- Moncel, M.H., Ashton, N., Arzarello, M., Fontana, F., Lamotte, A., Scott, B., Mutillo, B., Berruti, G., Nenzioni, G., Tuffreau, A., Peretto, C., 2020a. Early Levallois core technology between Marine Isotope Stage 12 and 9 in Western Europe. *J. Hum. Evol.* 139. <https://doi.org/10.1016/J.JHEVOL.2019.102735>

- Moncel, M.H., Ashton, N., Lamotte, A., Tuffreau, A., Cliquet, D., Despriée, J., 2015. The Early Acheulian of north-western Europe. *J. Anthropol. Archaeol.* 40, 302–331. <https://doi.org/10.1016/J.JAA.2015.09.005>
- Moncel, M.H., Combier, J., 1992. L'industrie lithique du site pléistocène moyen d'Orgnac 3 (Ardèche). *Gall. Préhistoire* 34, 1–55.
- Moncel, M.H., Despriée, J., Courcimaut, G., Voinchet, P., Bahain, J.-J., 2020b. La Noira Site (Centre, France) and the Technological Behaviours and Skills of the Earliest Acheulean in Western Europe Between 700 and 600 ka. *J. Paleolit. Archaeol.* 3, 255–301. <https://doi.org/10.1007/S41982-020-00049-2>
- Moncel, M.H., Despriée, J., Voinchet, P., Courcimaut, G., Hardy, B., Bahain, J.J., Paud, S., Gallet, X., Falguères, C., 2016. The Acheulean workshop of la Noira (France, 700 ka) in the European technological context. *Quat. Int.* 393, 112–136. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.04.051>
- Moncel, M.H., Despriée, J., Voinchet, P., Tissoux, H., Moreno, D., Bahain, J.J., Courcimaut, G., Falguères, C., 2013. Early evidence of acheulean settlement in northwestern Europe - La noira site, a 700 000 year-old occupation in the center of France. *PLoS One* 8. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0075529>
- Moncel, M.H., Moigne, A.M., Combier, J., 2012. Towards the Middle Palaeolithic in Western Europe: The case of Orgnac 3 (southeastern France). *J. Hum. Evol.* 63, 653–666. <https://doi.org/10.1016/J.JHEVOL.2012.08.001>
- Moncel, M.H., Santagata, C., Pereira, A., Nomade, S., Bahain, J.J., Voinchet, P., Piperno, M., 2019. A biface production older than 600 ka ago at Notarchirico (Southern Italy) contribution to understanding early Acheulean cognition and skills in Europe. *PLoS One* 14. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0218591>
- Moncel, M.H., Santagata, C., Pereira, A., Nomade, S., Voinchet, P., Bahain, J.-J., Daujeard, C., Curci, A., Lemorini, C., Hardy, B., Eramo, G., Berto, C., Raynal, J.-P., Arzarello, M., Mecozzi, B., Iannucci, A., Sardella, R., Allegretta, I., Delluniversità, E., Terzano, R., Dugas, P., Jouanic, G., Queffelec, A., D'andrea, A., Valentini, R., Minucci, E., Carpentiero, L., Piperno, M., 2020c. The origin of early Acheulean expansion in Europe 700 ka ago: new findings at Notarchirico (Italy). *Sci. Rep.* 10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68617-8>
- Monnier, G.F., 2006. The Lower/Middle Paleolithic Periodization in Western Europe. *Curr. Anthropol.* 47, 709–744. <https://doi.org/10.1086/506280>

- Morales, J.I., 2016. Distribution patterns of stone-tool reduction: Establishing frames of reference to approximate occupational features and formation processes in Paleolithic societies. *J. Anthropol. Archaeol.* 41, 231–245. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.01.004>
- Morales, J.I., 2015. La reducción de la industria lítica: aproximación a los patrones de asentamiento y movilidad de los grupos paleolíticos. Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.
- Morales, J.I., Fontanals, M., Ollé, A., Allué, E., Angelucci, D.E., 2013. Procesos técnicos y culturales durante el Holoceno inicial en el noroeste de la Península Ibérica. Los niveles B y Bb de La Catiuera (El Catllar, Tarragona) 70, 54–75. <https://doi.org/10.3989/tp.2013.12102>
- Morales, J.I., Lorenzo, C., Vergès, J.M., 2015a. Measuring Retouch Intensity in Lithic Tools: A New Proposal Using 3D Scan Data. *J. Archaeol. Method Theory* 22, 543–558. <https://doi.org/10.1007/s10816-013-9189-0>
- Morales, J.I., Soto, M., Lorenzo, C., Vergès, J.M., 2015b. The evolution and stability of stone tools: The effects of different mobility scenarios in tool reduction and shape features. *J. Archaeol. Sci. Reports* 3, 295–305. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.06.019>
- Moreno, D., Falguères, C., Pérez-González, A., Voinchet, P., Ghaleb, B., Despriée, J., Bahain, J.-J., Sala, R., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., 2015. New radiometric dates on the lowest stratigraphical section (TD1 to TD6) of Gran Dolina site (Atapuerca, Spain). *Quat. Geochronol. Volume* 30, 535–540. <https://doi.org/DOI:10.1016/j.quageo2015.05.007>
- Mosquera, M., 1995. Procesos técnicos y variabilidad en la industria lítica del Pleistoceno Medio en la Meseta: Sierra de Atapuerca, Torralba, Ambrona y Áridos. Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral.
- Mosquera, M., Ollé, A., Pérez-González, A., Rodríguez, X.P., Vaquero, M., Vergès, J.M., Carbonell, E., 2007. Valle de las Orquídeas: un yacimiento al aire libre del Pleistoceno Superior en la Sierra de Atapuerca (Burgos). *Trab. Prehist.* 64, 143–155. <https://doi.org/10.3989/TP.2007.V64.I2.113>
- Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Carbonell, E., 2018. Shedding light on the Early Pleistocene of TD6 (Gran Dolina, Atapuerca, Spain): The technological sequence and occupational inferences. *PLoS One* 13, e0190889. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190889>
- Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X.P., 2013. From Atapuerca to Europe: Tracing the

- earliest peopling of Europe. *Quat. Int.* 295, 130–137.
<https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2012.01.031>
- Mosquera, M., Ollé, A., Saladié, P., Cáceres, I., Huguet, R., Rosas, A., Villalaín, J.J., Carrancho, A., Bourlès, D., Braucher, R., Pineda, A., Vallverdú, J., 2016. The Early Acheulean technology of Barranc de la Boella (Catalonia, Spain). *Quat. Int.* 393, 95–111. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.05.005>
- Mosquera, M., Saladié, P., Ollé, A., Cáceres, I., Huguet, R., Villalaín, J.J., Carrancho, A., Bourlès, D., Braucher, R., Vallverdú, J., 2015. Barranc de la Boella (Catalonia, Spain): an Acheulean elephant butchering site from the European late Early Pleistocene. *J. Quat. Sci.* 30, 651–666. <https://doi.org/10.1002/JQS.2800>
- Moullé, P.-É., Eichassoux, A., Alemseged, Z., Desclaux, E., 2001. On the presence of *Elephas recki* at the Oldowan prehistoric site of Fejej FJ-1 (Ethiopia), in: Cavarretta, G., Gioia, P., Mussi, M., Palombo, M.R. (Eds.), *Proceedings of the 1st International Congress of La Terra Degli Elefanti. The World of Elephants. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma*, pp. 122–125.
- Mourre, V., 2003. Discoïde ou pas Discoïde? Réflexions sur la pertinence des critères techniques définissant le débitage Discoïde, in: Peresani, M. (Ed.), *Discoïd Lithic Technology. Advances and Implications. BAR International Series, Oxford*, pp. 1–18.
- Muller, A., Clarkson, C., 2016. Identifying Major Transitions in the Evolution of Lithic Cutting Edge Production Rates 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167244>
- Muller, A., Clarkson, C., 2014. Estimating original flake mass on blades using 3D platform area: problems and prospects. *J. Archaeol. Sci.* 52, 31–38.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.08.025>
- Muller, A., Clarkson, C., Baird, D., Fairbairn, A., 2018. Reduction intensity of backed blades: Blank consumption, regularity and efficiency at the early Neolithic site of Boncuklu, Turkey. *J. Archaeol. Sci. Reports* 21, 721–732.
<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.08.042>
- Muller, A., Clarkson, C., Shipton, C., 2017. Measuring behavioural and cognitive complexity in lithic technology throughout human evolution. *J. Anthropol. Archaeol.* 48, 166–180.
<https://doi.org/10.1016/j.jaa.2017.07.006>
- Muttoni, G., Scardia, G., Kent, D.V., Morsiani, E., Tremolada, F., Cremaschi, M., Peretto, C., 2011. First dated human occupation of Italy at ~0.85 Ma during the late Early Pleistocene climate transition. *Earth Planet. Sci. Lett.* 07, 241–252.

<https://doi.org/10.1016/j.epsl.2011.05.025>

- Navazo, M., Colina, A., Domínguez-Bella, S., Benito-Calvo, A., 2008. Raw stone material supply for Upper Pleistocene settlements in Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain): flint characterization using petrographic and geochemical techniques. *J. Archaeol. Sci.* 35, 1961–1973. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2007.12.009>
- Nelson, M.C., 1991. The study of technological organization. *Archaeol. Method Theory* 3, 57–100.
- Nicoud, E., 2013. *Le paradoxe acheuléen*. CTHS EDITION, Paris.
- Obregón, R.A., 2012. Estratigrafía cultural en el nivel TD10-1 de Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, (Burgos): secuencia arqueostratigráfica de los asentamientos contenidos en sedimento homogéneo. Universidad de Burgos. Tesis Doctoral.
- Odell, G.H., 2001. Stone Tool Research at the End of the Millennium: Classification, Function, and Behaviour. *J. Archaeol. Res.* 9, 45–100.
- Odell, G.H., 1989. Experiments in lithic reduction, in: Amick, D.S., Mauldin, R.P. (Eds.), *Experiments in Lithic Technology*. British Archaeological Reports, Oxford, pp. 163–198.
- Ohel, M.Y., 1979. The Clactonian: An independent complex or an integral part of the Acheulean? *Curr. Anthropol.* 20, 685–726.
- Ollé, A., 2003. Variabilitat i patrons funcionals en els sistemes tècnics de mode 2. Anàlisi de les deformacions d'ús en els conjunts lítics del Riparo Esterno de Grotta Paglicci (Rigano Garganico, Foggia), Aridos (Arganda, Madrid) i Galeria-TN (Atapuerca, Burgos). Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.
- Ollé, A., 1996. Estructura litotécnica i patrons funcionals al Pleistocè Mitjà. El nivell TN2, (Complex de Galería, Sierra de Atapuerca, Burgos). Universitat Rovira i Virgili. Tesis de Licenciatura.
- Ollé, A., Cáceres, I., Vergès, J.M., 2005. Human occupations at Galería Site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) after the technological and taphonomical data, in: Molines, M., Moncel, M.-H., Monnier, J.-L. (Eds.), *Les Premiers Peuplements En Europe. Données Récentes Sur Les Modalités de Peuplement et Sur Le Cadre Chrono-Stratigraphique, Géologique et Paléogéographique Des Industries Du Paléolithique Ancien et Moyen En Europe*. John and Erica Hedges Limited, Oxford, pp. 269–280.
- Ollé, A., Huguet, R., 1999. Secuencia arqueostratigráfica del yacimiento de Galería,

- Atapuerca, in: Carbonell, E., Rosas, A., Díez, C. (Eds.), *Atapuerca: Ocupaciones Humanas y Paleocología Del Yacimiento de Galería*. Junta de Castilla y León, Zamora, pp. 55–62.
- Ollé, A., Mosquera, M., Rodríguez-Álvarez, X.P., García-Medrano, P., Barsky, D., de Lombera-Hermida, A., Carbonell, E., 2016a. The Acheulean from Atapuerca: Three steps forward, one step back. *Quat. Int.* 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.042>
- Ollé, A., Mosquera, M., Rodríguez, X.P., de Lombera-Hermida, A., García-Antón, M.D., García-Medrano, P., Peña, L., Menéndez, L., Navazo, M., Terradillos-Bernal, M., Bargalló, A., Márquez, B., Sala, R., Carbonell, E., 2013. The Early and Middle Pleistocene technological record from Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain). *Quat. Int.* 295, 138–167. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.11.009>.
- Ollé, A., Vergès, J.M., Rodríguez-Álvarez, X.P., Cáceres, I., Angelucci, D.E., Vallverdú, J., Demuro, M., Arnold, L.J., Falguères, C., Bennàsar, M., López-García, J.M., Blain, H.-A., Bañuls-Cardona, S., Burjachs, F., Expósito, I., López-Polín, L., López-Ortega, E., 2016b. The Middle Pleistocene site of La Cansaladeta (Tarragona, Spain): Stratigraphic and archaeological succession. *Quat. Int.* 393, 137–157. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.08.053>
- Oms, O., Parés, J.M., Martínez-Navarro, B., Agustí, J., Toro, I., Martínez-Fernández, G., Turq, A., 2000. Early human occupation of Western Europe: Paleomagnetic dates for two paleolithic sites in Spain. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 97, 10666. <https://doi.org/10.1073/PNAS.180319797>
- Orlando, L., Darlu, P., Toussaint, M., Bonjean, D., Otte, M., Hänni, C., 2006. Revisiting Neandertal diversity with a 100,000 year old mtDNA sequence. *Curr. Biol.* 16, R400–R402. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2006.05.019>
- Ortega, A.I., 2009. La evolución geomofológica del karst de la Sierra de Atapuerca (Burgos) y su relación con los yacimientos pleistocenos que contiene. Universidad de Burgos.
- Ortega, A.I., Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., 2014. Atapuerca Karst and its Palaeoanthropological Sites, in: Gutiérrez, F., Gutiérrez, M. (Eds.), *Landscapes and Landforms of Spain*. World Geomorphological Landscapes. Springer, Dordrecht, pp. 101–110. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8628-7_8
- Ortega, A.I., Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., Martín-Merino, M.A., Pérez-Martínez, R.,

- Parés, J.M., Aramburu, A., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2013. Evolution of multilevel caves in the Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain) and its relation to human occupation. *Geomorphology* 196, 122–137.
- Panera, J., Torres, T., Pérez-González, A., Ortiz, J.E., Rubio-Jara, S., Val, D.U. del, 2011. Geocronología de la Terraza Compleja de Arganda en el valle del río Jarama (Madrid, España). *Estud. Geológicos* 67, 495–504. <https://doi.org/10.3989/EGEOL.40550.204>
- Parés, J.M., Álvarez-Posada, C., Sier, M.J., Moreno, D., Duval, M., Woodhead, J., Ortega, A.I., Campaña, I., Rosell, J., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2018. Chronology of the cave interior sediments at Gran Dolina archaeological site, Atapuerca (Spain). *Quat. Sci. Rev.* 186, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.02.004>
- Parés, J.M., Arnold, L., Duval, M., Demuro, M., Pérez-González, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Arsuaga, J.L., 2013. Reassessing the age of Atapuerca-TD6 (Spain): new paleomagnetic results. *J. Archaeol. Sci.* 40, 4586–4595.
- Parés, J.M., Campaña, I., Duval, M., Sier, M.J., Ortega, A.I., López, G., Rosell, J., 2020. Comparing depositional modes of cave sediments using magnetic anisotropy. *J. Archaeol. Sci.* 123, 105241.
- Parés, J.M., Pérez-González, A., 1999. Magnetochronology and stratigraphy at Gran Dolina section, Atapuerca (Burgos, Spain). *J. Hum. Evol.* 37, 325–342. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0331>
- Parés, J.M., Pérez-González, A., 1995. Paleomagnetic age for hominid fossils at Atapuerca archaeological site, Spain. *Science*. 269, 830–832. <https://doi.org/10.1126/science.7638599>
- Parés, J.M., Pérez-González, A., Rosas, A., Benito, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Huguet, R., 2006. Matuyama-age lithic tools from the Sima del Elefante site, Atapuerca (northern Spain). *J. Hum. Evol.* 50, 163–169. <https://doi.org/10.1016/J.JHEVOL.2005.08.011>
- Parfitt, S.A., Ashton, N.M., Lewis, S.G., Abel, R.L., Coope, G.R., Field, M.H., Gale, R., Hoare, P.G., Larkin, N.R., Lewis, M.D., Karloukovski, V., Maher, B.A., Peglar, S.M., Preece, R.C., Whittaker, J.E., Stringer, C.B., 2010. Early Pleistocene human occupation at the edge of the boreal zone in northwest Europe. *Nature* 466, 229–233. <https://doi.org/10.1038/nature09117>
- Parfitt, S.A., Barendregt, R.W., Breda, M., Candy, I., Collins, M.J., Coope, G.R., Durbidge, P., Field, M.H., Lee, J.R., Lister, A.M., Mutch, R., Penkman, K.E.H., Preece, R.C., Rose,

- J., Stringer, C.B., Symmons, R., Whittaker, J.E., Wymer, J.J., Stuart, A.J., 2005. The earliest record of human activity in northern Europe. *Nature* 438, 1008–1012. <https://doi.org/10.1038/nature04227>
- Parry, W., Kelly, R., 1987. Expedient core technology and sedentism, in: Johnson, J.K., Morrow, C.A. (Eds.), *The Organization of Core Technology*. Westview Press, Boulder, pp. 285–304.
- Pasty, J.-F., 2000. Le gisement Paléolithique moyen de Meillers (Allier): un exemple de la variabilité du débitage Discoïde. *Bull. la Société Préhistorique Française* 97, 165–190.
- Pedergrana, A., García-Antón, M.D., Ollé, A., 2017. Structural study of two quartzite varieties from the Utrillas facies formation (Olmos de Atapuerca, Burgos, Spain): From a petrographic characterisation to a functional analysis design. *Quat. Int.* 433, 163–178. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.06.031>
- Pelcin, A., 1998. The threshold effect of platform width: a reply to Davis and Shea. *J. Archaeol. Sci.* 25, 615–620.
- Pelegrin, J., 2005. Remarks about archaeological techniques and methods of knapping: elements of a cognitive approach to stone knapping., in: Roux, V., Bril, B. (Eds.), *Stone Knapping*. McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge, pp. 23–34.
- Pereira, A., Nomade, S., Falguères, C., Bahain, J.J., Tombret, O., Garcia, T., Voinchet, P., Bulgarelli, G.M., Anzidei, A.P., 2017. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and ESR/U-series data for the La Polledrara di Cecanibbio archaeological site (Lazio, Italy). *J. Archaeol. Sci. Reports* 15, 20–29. <https://doi.org/10.1016/J.JASREP.2017.05.025>
- Pereira, A., Nomade, S., Shao, Q., Bahain, J.-J., Arzarello, M., Douville, E., Falguères, C., Frank, N., Garcia, T., Lembo, G., Mutillo, B., Scao, V., Peretto, C., 2016. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and ESR/U-series dates for Guado San Nicola, Middle Pleistocene key site at the Lower/Middle Palaeolithic transition in Italy. *Quat. Geochronol.* 36, 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2016.08.005>
- Peresani, M., 2003. An initial overview of the Middle Palaeolithic discoid industries in Central-Northern Italy., in: Peresani, Marco (Ed.), *Discoid Lithic Technology. Advances and Implications*. BAR International Series, Oxford, pp. 209–224.
- Peretto, C., Amore, F., Antoniazzi, A., Antoniazzi, Aldo, Bahain, J., Cattani, L., Cavallini, E., Esposito, P., Falguères, C., Gagnepain, J., Hedley, I., Laurent, M., Lebreton, V., Longo, L., Milliken, S., Monegatti, P., Ollé, A., Pugliese, N., Renault-Miskovsky, J., Sozzi, M., Ungaro, S., Vannucci, S., Vergès, J.M., Wagner, J., Yokoyama, Y., 1998. L'industrie

lithique de Ca'Belvedere di Monte Poggiolo: Stratigraphie, matière première, typologie, remontages et traces d'utilisation. *Anthropologie*. 102, 1–120.

Peretto, C., Arnaud, J., Moggi-Cecchi, J., Manzi, G., Nomade, S., Pereira, A., Falguères, C., Bahain, J.-J., Grimaud-Hervé, D., Berto, C., Sala, B., Lembo, G., Muttillio, B., Gallotti, R., Thun Hohenstein, U., Vaccaro, C., Coltorti, M., Arzarello, M., 2015. A Human Deciduous Tooth and New $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Dating Results from the Middle Pleistocene Archaeological Site of Isernia La Pineta, Southern Italy. *PLoS One* 10, e0140091. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140091>

Peretto, C., Arzarello, M., Bahain, J.J., Boulbes, N., Dolo, J.M., Douville, E., Falguères, C., Frank, N., Garcia, T., Lembo, G., Moigne, A.M., Muttillio, B., Nomade, S., Pereira, A., Rufo, M.A., Sala, B., Shao, Q., Thun Hohenstein, U., Tessari, U., Turrini, M.C., Vaccaro, C., 2016. The Middle Pleistocene site of Guado San Nicola (Monteroduni, Central Italy) on the Lower/Middle Palaeolithic transition. *Quat. Int.* 411, 301–315. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.11.056>

Pérez-González, A., Parés, J.M., Carbonell, E., Aleixandre, T., Ortega, A.I., Benito, A., Martín-Merino, M.A., 2001. Géologie de la Sierra de Atapuerca et stratigraphie des remplissages karstiques de Galería et Dolina (Burgos, Espagne). *L'Anthropologie* 105, 27–43. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80004-2](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80004-2)

Perlès, C., 1987. Les industries lithiques taillées de Franchthi (Argolide, Grèce). Présentation générale et industries paléolithiques. Indiana University Press, Terre Haute.

Perreault, C., Brantingham, P.J., Kuhn, S.L., Wurz, S., Gao, X., 2013. Measuring the Complexity of Lithic Technology 54, 397–406. <https://doi.org/10.1086/673264>

Peyroni, D., 1950. Qu'est-ce que le Tayacien? *Bull. la Société Préhistorique Française* 47, 102.

Phillipps, R.S., Holdaway, S.J., 2016. Estimating Core Number in Assemblages: Core Movement and Mobility During the Holocene of the Fayum, Egypt. *J. Archaeol. Method Theory* 23, 520–540. <https://doi.org/10.1007/s10816-015-9250-2>

Pineda, A., 2018. El rol de los homínidos en la formación de conjuntos arqueo-paleontológicos al aire libre: la Mina y el Forn (Barranc de la Boella, la Canonja, Tarragona) y Torralba (Torralba del Moral, Soria). Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.

Pineda, A., 1997. Mapa geológico de España. Escala 1: 50.000. Hoja de Burgos (200), 2a serie d. ed. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, Madrid.

Pineda, A., Cáceres, I., Saladié, P., Huguet, R., Morales, J.I., Rosas, A., Vallverdú, J., 2019. Tumbling effects on bone surface modifications (BSM): An experimental application on

- archaeological deposits from the Barranc de la Boella site (Tarragona, Spain). *J. Archaeol. Sci.* 102, 35–47.
- Pineda, A., Saladié, P., Expósito, I., Rodríguez-Hidalgo, A., Cáceres, I., Huguet, R., Rosas, A., López-Polín, L., Estalrich, A., García-Taberner, A., Vallverdú, J., 2017a. Characterizing hyena coprolites from two latrines of the Iberian Peninsula during the Early Pleistocene: Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos) and la Mina (Barranc de la Boella, Tarragona). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 480, 1–17. <https://doi.org/10.1016/J.PALAEO.2017.04.021>
- Pineda, A., Saladié, P., Huguet, R., Cáceres, I., Rosas, A., Estalrich, A., García-Taberner, A., Vallverdú, J., 2017b. Changing competition dynamics among predators at the late Early Pleistocene site Barranc de la Boella (Tarragona, Spain). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 477, 10–26. <https://doi.org/10.1016/J.PALAEO.2017.03.030>
- Pineda, A., Saladié, P., Huguet, R., Cáceres, I., Rosas, A., García-Taberner, A., Estalrich, A., Mosquera, M., Ollé, A., Vallverdú, J., 2015. Coexistence among large predators during the Lower Paleolithic at the site of La Mina (Barranc de la Boella, Tarragona, Spain). *Quat. Int.* 388, 177–187. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.05.006>
- Pineda, A., Saladié, P., Vergès, J.M., Huguet, R., Cáceres, I., Vallverdú, J., 2014. Trampling versus cut marks on chemically altered surfaces: an experimental approach and archaeological application at the Barranc de la Boella site (la Canonja, Tarragona, Spain). *J. Archaeol. Sci.* 50, 84–93. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2014.06.018>
- Plummer, T., 2004. Flaked Stones and Old Bones: Biological and Cultural Evolution at the Dawn of Technology. *Yearb. Phys. Anthropol.* 47, 118–164. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20157>
- Pobiner, B.L., Rogers, M.J., Monahan, C.M., Harris, J.W.K., 2008. New evidence for hominin carcass processing strategies at 1.5 Ma, Koobi Fora, Kenya. *J. Hum. Evol.* 55, 103–130. <https://doi.org/10.1016/J.JHEVOL.2008.02.001>
- Porter, S.T., Roussel, M., Soressi, S., 2016. A Simple Photogrammetry Rig for the Reliable Creation of 3D Artifact Models in the Field: Lithic Examples from the Early Upper Paleolithic Sequence of Les Cottés (France). *Adv. Archaeol. Pract.* 4, 71–86. <https://doi.org/10.7183/2326-3768.4.1.71>
- Potts, R., 1988. Early hominids activities at Olduvai. Transaction Publishers, New Brunswick, New Jersey.

- Prasciunas, M.M., 2007. Bifacial cores and flake production efficiency: an experimental test of technological assumptions. *Am. Antiq.* 72, 334–348.
- R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing 3.
- Rabinovich, R., Ackermann, O., Aladjem, E., Barkai, R., Biton, R., Milevski, I., Solodenko, N., Marder, O., 2012. Elephants at the middle Pleistocene Acheulian open-air site of Revadim Quarry, Israel. *Quat. Int.* 276, 183–197. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.05.009>
- Rabuñal, J.R., 2016. La tecnología lítica del Magdalenense Superior Final de la Cova de Les Borres (La Febró): estudio morfotécnico y definición de estrategias de explotación. Master Thesis, Univ. Rovira i Virgili.
- Ravon, A.-L., 2019. Early human occupations at the westernmost tip of Eurasia: The lithic industries from Menez-Dregan I (Plouhinec, Finistère, France). *Comptes Rendus Palevol* 18, 663–684. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2019.06.001>
- Ravon, A.-L., Monnier, J.-L., Laforge, M., 2016. Menez-Dregan I, layer 4: A transitional layer between the Lower and Middle Palaeolithic in Brittany. *Quat. Int.* 409, 92–103. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.07.066>
- Reeves, J.S., Braun, D.R., Finestone, E.M., Plummer, T.W., 2021. Ecological perspectives on technological diversity at Kanjera South. *J. Hum. Evol.* 158, 103029. <https://doi.org/10.1016/J.JHEVOL.2021.103029>
- Révillion, S., 1995. Technologie du débitage laminaire au Paléolithique moyen en Europe septentrionale: état de la question. *Bull. la Société Préhistorique Française* 92, 425–442. <https://doi.org/10.3406/BSPF.1995.10058>
- Rightmire, G.P., 1998. Human evolution in the Middle Pleistocene: the role of *Homo heidelbergensis*. *Evol. Anthropol.* 6, 218–227. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6505\(1998\)6:6<218::AID-EVAN4>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6505(1998)6:6<218::AID-EVAN4>3.0.CO;2-6)
- Rios-Garaizar, J., Eixea, A., Villaverde, V., 2015. Ramification of lithic production and the search of small tools in Iberian Peninsula Middle Paleolithic. *Quat. Int.* 361, 188–199. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.07.025>
- Roberts, M.B., Stringer, C.B., Parfitt, S.A., 1994. A hominid tibia from Middle Pleistocene sediments at Boxgrove, UK. *Nature* 369, 311–313. <https://doi.org/10.1038/369311a0>
- Rocca, R., Abruzzese, C., Aureli, D., 2016. European Acheuleans: Critical perspectives from the East. *Quat. Int.* 411, 402–411. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.025>

- Rodríguez-Álvarez, X.P., 2004. Technical systems of lithic production in the Lower and Middle pleistocene of the Iberian Peninsula: technological variability between north-eastern sites and Sierra de Atapuerca sites. BAR International Series, Oxford.
- Rodríguez-Álvarez, X.P., 1997. Los Sistemas Técnicos de Producción Lítica del Pleistoceno Inferior y Medio en la Península Ibérica: Variabilidad Tecnológica entre Yacimientos del Noreste y de la Sierra de Atapuerca. Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.
- Rodríguez-Hidalgo, A., 2015. Dinámicas subsistenciales durante el Pleistoceno Medio en la Sierra de Atapuerca: Los Conjuntos Arqueológicos de TD10.1 y TD10.2. Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.
- Rodríguez-Hidalgo, A., Rivals, F., Saladié, P., Carbonell, E., 2016. Season of bison mortality in TD10.2 bone bed at Gran Dolina site (Atapuerca): Integrating tooth eruption, wear, and microwear methods. *J. Archaeol. Sci. Reports* 6, 780–789. <https://doi.org/10.1016/J.JASREP.2015.11.033>
- Rodríguez-Hidalgo, A., Saladié, P., Ollé, A., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2017. Human predatory behavior and the social implications of communal hunting based on evidence from the TD10.2 bison bone bed at Gran Dolina (Atapuerca, Spain). *J. Hum. Evol.* 105, 89–122. <https://doi.org/10.1016/J.JHEVOL.2017.01.007>
- Rodríguez-Hidalgo, A., Saladié, P., Ollé, A., Cáceres, I., Huguet, R., De Lombera-Hermida, A., Mosquera, M., Morales, J.I., Pedergnana, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Carbonell, E., 2013. Ancient bone retouchers at Gran Dolina site: A recurrent technical behaviour during the Middle Pleistocene, in: *Proceedings of the European Society for the Study of Human Evolution* 2. p. 187.
- Rodríguez-Hidalgo, A., Saladié, P., Ollé, A., Carbonell, E., 2015. Hominin subsistence and site function of TD10.1 bone bed level at Gran Dolina site (Atapuerca) during the late Acheulean. *J. Quat. Sci.* 30, 679–701. <https://doi.org/10.1002/JQS.2815>
- Rodríguez, J., 2006. Structural continuity and multiple alternative stable States in Middle Pleistocene European mammalian communities. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 355–373.
- Rodríguez, J., 2004. Stability in Pleistocene Mediterranean mammalian communities. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 207, 1–22.
- Rodríguez, J., Burjachs, F., Cuenca-Bescós, G., García, N., Van der Made, J., Pérez-González, A., Blain, H.A., Expósito, I., López-García, J.M., García-Antón, M., Allué, E., Cáceres, I., Huguet, R., Mosquera, M., Ollé, A., Rosell, J., Parés, J.M., Rodríguez, X.P., Díez, C.,

- Rofes, J., Sala, R., Saladié, P., Vallverdú, J., Bennisar, M.L., Blasco, R., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2011. One million years of cultural evolution in a stable environment at Atapuerca (Burgos Spain). *Quat. Sci. Rev.* 1396–1412.
- Roe, D.A., 1981. *The Lower and Middle Palaeolithic periods in Britain*. Routledge and Kegan Paul, London.
- Roebroeks, W., van Kolfschoten, T., 1995. The earliest occupation of Europe: Proceedings of the European Science Foundation Workshop at Tautavel (France). University of Leiden, Leiden.
- Roebroeks, W., van Kolfschoten, T., 1994. The earliest occupation of Europe: a short chronology. *Antiquity* 68, 489–503.
- Roebroeks, W., Villa, P., 2011. On the earliest evidence for habitual use of fire in Europe. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 108, 5209–5214. <https://doi.org/10.1073/PNAS.1018116108>
- Rolland, N., 1995. Levallois technique emergence: Single or multiple? A review of the Euro-African record, in: Dibble, H.L., Bar-Yosef, O. (Eds.), *The Definition and Interpretation of Levallois Technology*. Prehistory Press, Madison, pp. 480–499.
- Rolland, N., 1981. The Interpretation of Middle Palaeolithic Variability. *Man* 16, 15–42.
- Rolland, N., Dibble, H.L., 1990. A new synthesis of Middle Palaeolithic variability. *Am. Antiq.* 55, 480–499.
- Rook, L., Ferretti, M.P., Libsekal, Y., 2001. Analysis of the Early Pleistocene elephants from Buia (Eritrea), in: Cavarretta, G., Gioia, P., Mussi, M., Palombo, M.R. (Eds.), *Proceedings of the 1st International Congress of La Terra Degli Elefanti: The World of Elephants*. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, pp. 137–142.
- Rosas, A., Bastir, M., Alarcón, J.A., 2019. Tempo and mode in the Neandertal evolutionary lineage: A structuralist approach to mandible variation. *Quat. Sci. Rev.* 217, 62–75. <https://doi.org/10.1016/J.QUASCIREV.2019.02.025>
- Rosas, A., Bermúdez de Castro, J.M., 1998. The Mauer mandible and the evolutionary significance of *Homo heidelbergensis*. *Geobios* 31, 687–697. [https://doi.org/10.1016/S0016-6995\(98\)80055-7](https://doi.org/10.1016/S0016-6995(98)80055-7)
- Rosas, A., Carbonell, E., Cuenca-Bescós, G., García, N., Fernández, Y., Van der Made, J., Ollé, A., Parés, J.M., Pérez-González, A., Sánchez-Marco, A., Sánchez-Chillón, B., Vallverdú, J., 1998. Cronología, bioestratigrafía y paleoecología del Pleistoceno Medio

de Galería (Sierra de Atapuerca, España). *Rev. Española Paleontol.* 13, 71–80.

Rosas, A., Huguet, R., Pérez-González, A., Carbonell, E., De Castro, J.M.B., Vallverdú, J., Van Der Made, J., Allué, E., García, N., Martínez-Pérez, R., Rodríguez, J., Sala, R., Saladié, P., Benito, A., Martínez-Maza, C., Bastir, M., Sánchez, A., Parés, J.M., 2006. The “Sima del Elefante” cave site at Atapuerca (Spain). *Estud. Geol.* 62, 327–348. <https://doi.org/10.3989/EGEOL.0662129>

Rosas, A., Saladié, P., Huguet, R., Cáceres, I., Pineda, A., Ollé, A., Mosquera, M., García-Taberner, A., Estalrich, A., Pérez-Criado, L., Rodríguez-Pérez, J., Lozano-Fernández, I., López-Polín, L., Moreno, E., Vergès, J.M., Expósito, I., Agustí, J., Carbonell, E., Capdevila, R., Vallverdú, J., 2015. Estudio preliminar de las tafofacies del pleistoceno inferior del yacimiento de El Forn (Barranc de la Boella, Tarragona, España), in: Galve, J.P., Azañón, J., M., Pérez Peña, J. V (Eds.), *Una Visión Global Del Cuaternario. El Hombre Como Condicionante de Procesos Geológicos*. Granada, pp. 46–48.

Rosell, J., 2001. *Patrons d’aprofitament de les biomasses animals durant el Pleistocè Inferior i Mig (Sierra de Atapuerca, Burgos) i Superior (Abric Romaní, Barcelona)*. Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.

Rosenberg-Yefet, T., Shemer, M., Barkai, R., 2021. Acheulian shortcuts: Cumulative culture and the use of handaxes as cores for the production of predetermined blanks. *J. Archaeol. Sci. Reports* 36.

Roth, B.J., Dibble, H.L., 1998. Production and Transport of Blanks and Tools at the French Middle Paleolithic Site of Combe-Capelle Bas. *Am. Antiq.* 63, 47–62. <https://doi.org/10.2307/2694775>

Rubio-Jara, S., Panera, J., Rodríguez-De-Tembleque, J., Santonja, M., Pérez-González, A., 2016. Large flake Acheulean in the middle of Tagus basin (Spain): Middle stretch of the river Tagus valley and lower stretches of the rivers Jarama and Manzanares valleys. *Quat. Int.* 411, 349–366. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.023>

Ruiz-Bustos, A., 1976. *Estudio sistemático y ecológico sobre la fauna del Pleistoceno medio de las Depresiones granadinas. El yacimiento de Cúllar de Baza I*. Universidad de Granada. Fac. de Ciencias, Trabajos y monografías del Departamento de Zoología.

Sala, R., 1997. *Formes d’ús i criteris d’efectivitat en conjunts de Mode 1 i Mode 2: Anàlisi de les deformacions per ús dels instruments lítics del Plistocè inferior (TD6) i mitjà (TG11) de la Sierra de Atapuerca*. Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.

Saladié, P., Fernández, P., Rodríguez-Hidalgo, A., Huguet, R., Pineda, A., Cáceres, I., Marín,

- J., Vallverdú, J., Carbonell, E., 2019. The TD6.3 faunal assemblage of the Gran Dolina site (Atapuerca, Spain): a late Early Pleistocene hyena den. *Hist. Biol.* 31, 665–683. <https://doi.org/10.1080/08912963.2017.1384476>
- Saladié, P., Huguet, R., Díez, C., Rodríguez-hidalgo, A., Cáceres, I., Vallverdú, J., Rosell, J., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2011. Carcass transport decisions in *Homo antecessor* subsistence strategies. *J. Hum. Evol.* 61, 425–446. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2011.05.012>
- Saladié, P., Rodríguez-Hidalgo, A., Domínguez-Rodrigo, M., Vallverdú, J., Mosquera, M., Ollé, A., Huguet, R., Cáceres, I., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2021. Dragged, lagged or undisturbed: Reassessing the autochthony of the hominin-bearing assemblages at Gran Dolina (Atapuerca, Spain). *J. Anthropol. Archaeol.* 13. <https://doi.org/10.1007/s12520-021-01303-6>
- Saladié, P., Rodríguez-Hidalgo, A., Huguet, R., Cáceres, I., Díez, C., Vallverdú, J., Canals, A., Soto, M., Santander, B., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Carbonell, E., 2014. The role of carnivores and their relationship to hominin settlements in the TD6-2 level from Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Spain). *Quat. Sci. Rev.* 93, 47–66. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.04.00>
- Saladié, P., Rodríguez-Hidalgo, A., Marín, J., Vallverdú i Poch, J., Carbonell, E., 2018. The top of the Gran Dolina (Atapuerca, Spain) sequence: A zooarchaeological and occupational perspective. *Quaternary Sci. Rev.* 195, 48–71. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.07.010>
- Saladié, P., Vallverdú, J., Bennàsar, L., Cabanes, D., Mancha, E., Menéndez, L., Blain, H., Ollé, A., Mosquera, M., Vilalta, J., Cáceres, I., Expósito, I., Esteban, M., Huguet, R., Rosas, A., Solé, A., López-Polín, L., García, A.B., Martínez, B., Carbonell, E., Capdevila, R., 2008. Resultats preliminars del Nivell 2 del sondeig al Centre de Convencions de la Boella-. *Cota Zero* 23, 13–19.
- Sampayo, P., Zuaznàvar, M., 1868. Descripción con planos de la Cueva llamada de Atapuerca, Burgos.
- Santagata, C., Moncel, M.-H., Piperno, M., 2020. Bifaces or not bifaces? Role of raw materials in the Middle Pleistocene. The example of levels E-E1, B and F (610–670 ka) at Notarchirico (Italy). *J. Archaeol. Sci. Reports* 33, 102544. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102544>
- Santonja, M., López, N., Pérez-González, A., 1980. Ocupaciones achelenses en el valle del

Jarama (Arganda, Madrid). Publicaciones de la Diputación Provincial, Madrid.

Santonja, M., Pérez-González, A., 2021. Revisión del componente achelense de la industria lítica de Galería (Atapuerca, Burgos, España). *Trab. Prehist.* 78, 26–48.
<https://doi.org/10.3989/TP.2021.12263>

Santonja, M., Pérez-González, A., 2020. Sobre la definición en clave exclusivamente achelense del yacimiento de Galería (Atapuerca, Burgos). *BSAA Arqueol.* 5–53.
<https://doi.org/10.24197/BA.LXXXIV.2018.5-53>

Santonja, M., Pérez-González, A., 2010. Mid-Pleistocene Acheulean industrial complex in the Iberian Peninsula. *Quat. Int.* 223–224, 154–161.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.02.010>

Santonja, M., Pérez-González, A., Domínguez-Rodrigo, M., Panera, J., Rubio-Jara, S., Sesé, C., Soto, E., Arnold, L.J., Duval, M., Demuro, M., Ortiz, J.E., de Torres, T., Mercier, N., Barba, R., Yravedra, J., 2014. The Middle Paleolithic site of Cuesta de la Bajada (Teruel, Spain): A perspective on the Acheulean and Middle Paleolithic technocomplexes in Europe. *J. Archaeol. Sci.* 49, 556–571. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2014.06.003>

Santonja, M., Pérez-González, A., Panera, J., Rubio-Jara, S., Méndez-Quintas, E., 2016. The coexistence of Acheulean and Ancient Middle Palaeolithic techno-complexes in the Middle Pleistocene of the Iberian Peninsula. *Quat. Int.* 411, 367–377.
<https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.04.056>

Santonja, M., Pérez-González, A., Villa, P., Soto, E., Sesé, C., 2001. Elephants in the archaeological sites of Aridos (Jarama valley, Madrid, Spain), in: Cavarretta, G., Gioia, P., Mussi, M., Palombo, M.R. (Eds.), *Proceedings of the 1st International Congress of La Terra Degli Elefanti: The World of Elephants*. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, pp. 602–606.

Santonja, M., Villa, P., 2006. The Acheulian of Western Europe, in: Goren-Inbar, N., Sharon, G. (Eds.), *Axe Age: Acheulian Toolmaking from Quarry to Discard*. Equinox Publishers, London, pp. 429–478.

Santonja, M., Villa, P., 1990. The Lower Palaeolithic of Spain and Portugal. *J. World Prehistory* 4, 45–94.

Santucci, E., Marano, F., Cerilli, E., Fiore, I., Lemorini, C., Palombo, M.R., Anzidei, A.P., Bulgarelli, G.M., 2016. Palaeoloxodon exploitation at the Middle Pleistocene site of La Polledrara di Cecanibbio (Rome, Italy). *Quat. Int.* 406, 169–182.
<https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.08.042>

- Schiffer, M.B., 1987. *Formation Processes of the Archaeological Record*. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- Schiffer, M.B., 1975. Archaeology as Behavioral Science. *Am. Anthropol.* 77, 838–848.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1525/aa.1975.77.4.02a00060>
- Schiffer, M.B., Skibo, J.M., 1997. The Explanation of Artifact Variability. *Am. Antiq.* 62, 27–50. <https://doi.org/10.2307/282378>
- Schlanger, N., 1996. Understanding Levallois: Lithic Technology and Cognitive Archaeology. *Cambridge Archaeol. J.* 6, 254.
- Schlanger, N., 1994. Mindful technology: unleashing the chaîne opératoire for an archaeology of mind, in: Renfrew, C., Zubrow, E. (Eds.), *Elements of Cognitive Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 143–151.
- Schoch, W.H., Bigga, G., Böhner, U., Richter, P., Terberger, T., 2015. New insights on the wooden weapons from the Paleolithic site of Schöningen. *J. Hum. Evol.* 89, 214–225.
<https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2015.08.004>
- Schoetensack, O., 1908. *Der Unterkiefer des Homo heidelbergensis aus den Sanden von Mauer bei Heidelberg: Ein Beitrag zur Palaontologie des Menschen*. Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Schwarcz, H.P., Grün, R., Latham, A.G., Mania, D., Brunnacker, K., 1988. The Bilzingsleben archaeological site: new dating evidence. *Archaeometry* 30, 5–17.
<https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.1988.tb00431.x>
- Scott, B., Ashton, N., 2011. The Early Middle Palaeolithic: The European Context, in: Ashton, N., Lewis, S., Stringer, C. (Eds.), *The Ancient Human Occupation of Britain*. Elsevier, pp. 91–112. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53597-9.00007-8>
- Scott, G.R., Gibert, L., 2009. The oldest hand-axes in Europe. *Nature* 461, 82–85.
<https://doi.org/10.1038/NATURE08214>
- Sellet, F., 1993. Chaîne Opératoire: the Concept and its Applications. *Lithic Technol.* 18, 106–112.
- Semaw, S., 2000. The World's Oldest Stone Artefacts from Gona, Ethiopia: Their Implications for Understanding Stone Technology and Patterns of Human Evolution Between 2.6-1.5 Million Years Ago. *J. Archaeol. Sci.* 27, 1197–1214.
<https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0592>
- Semaw, S., Rogers, M.J., Quade, J., Renne, P.R., Butler, R.F., Domínguez-Rodrigo, M., Stout,

- D., Hart, W.S., Pickering, T., Simpson, S.W., 2003. 2.6-Million-year-old stone tools and associated bones from OGS-6 and OGS-7, Gona, Afar, Ethiopia. *J. Hum. Evol.* 45, 169–177. [https://doi.org/10.1016/S0047-2484\(03\)00093-9](https://doi.org/10.1016/S0047-2484(03)00093-9)
- Sharon, G., 2011. Flakes Crossing the Straits? Entame Flakes and Northern Africa–Iberia Contact During the Acheulean. *African Archaeol. Rev.* 28, 125–140. <https://doi.org/10.1007/s10437-011-9087-3>
- Sharon, G., 2010. Large flake Acheulean. *Quat. Int.* 223–4, 226–233. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.11.023>
- Sharon, G., 2009. Acheulian Giant-Core Technology. *Curr. Anthropol.* 50, 335–367. <https://doi.org/10.1086/598849>
- Shchelinsky, V.E., Dodonov, A.E., Baigusheva, V.S., Kulakov, S.A., Simakova, A.N., Tesakov, A.S., Titov, V. V., 2010. Early Palaeolithic sites on the Taman Peninsula (Southern Azov Sea region, Russia): Bogatyri/Sinyaya Balka and Rodniki. *Quat. Int.* 223–224, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.08.017>
- Shimelmitz, R., Kuhn, S.L., 2018. The toolkit in the core: There is more to Levallois production than predetermination. *Quat. Int.* 464, 81–91. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2017.08.011>
- Shipton, C., 2011. Taphonomy and behaviour at the Acheulean site of Kariandusi, Kenya. *African Archaeol. Rev.* 28, 141–155.
- Shipton, C., Clarkson, C., 2015a. Handaxe reduction and its influence on shape: An experimental test and archaeological case study. *J. Archaeol. Sci. Reports* 3, 408–419. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.06.029>
- Shipton, C., Clarkson, C., 2015b. Flake scar density and handaxe reduction intensity. *J. Archaeol. Sci. Reports* 2, 169–175. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.01.013>
- Shott, M.J., 2017. Stage and continuum approaches in prehistoric biface production: A North American perspective. *PLoS One* 12, e0170947.
- Shott, M.J., 2003. Chaîne Opératoire and reduction sequence. *Lithic Technol.* 28, 95–105. <https://doi.org/10.1080/01977261.2003.11721005>
- Shott, M.J., 2002. Weibull Estimation on Use Life Distribution in Experimental Spear-Point Data. *Lithic Technol.* 27, 93–109. <https://doi.org/10.1080/01977261.2002.11720993>
- Shott, M.J., 1996. An exegesis of the curation concept. *J. Anthropol. Res.* 52, 259–280.

- Shott, M.J., 1995. How much is a scraper? Curation, use rates, and the formation of scraper assemblages. *Lithic Technol.* 20, 53–72.
- Shott, M.J., 1989. On Tool-Class Use Lives and The Formation of Archaeological Assemblages. *Am. Antiq.* 54, 9–30. <https://doi.org/10.2307/281329>
- Shott, M.J., Bradbury, A.P., Carr, P.J., Odell, G.H., 2000. Flake size from platform attributes: predictive and empirical approaches. *J. Archaeol. Sci.* 27, 877–894.
- Shott, M.J., Lindly, J.M., Clark, G.A., 2011. Special Issue: Reduction Sequence, Chaîne Opératoire, and Other Methods: The Epistemologies of Different Approaches to Lithic Analysis. *PaleoAnthropology* 320–333. <https://doi.org/10.4207/PA.2011.ART62>
- Shott, M.J., Seeman, M.F., 2015. Curation and recycling: estimating Paleoindian endscraper curation rates at Nobles Pond, Ohio, USA. *Quat. Int.* 361, 319–331. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.06.023>
- Shott, M.J., Sillitoe, P., 2005. Use life and curation in New Guinea experimental used flakes. *J. Archaeol. Sci.* 32, 653–663. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.11.012>
- Shott, M.J., Sillitoe, P., 2004. Modeling Use-Life Distributions in Archaeology Using New Guinea Wola Ethnographic Data. *Am. Antiq.* 69, 339–355. <https://doi.org/10.2307/4128424>
- Shott, M.J., Weedman, K.J., 2007. Measuring reduction in stone tools: an ethnoarchaeological study of Gamo hiderscrapers from Ethiopia. *J. Archaeol. Sci.* 34, 1016–1035.
- Slimak, L., 2008. ¿Qué sistemas de talla, qué conceptos, qué límites para el Paleolítico Medio? *Treballs d'Arqueologia* 9–26.
- Slimak, L., 2003. Les débitages Discoïdes moustériens: évaluation d'un concept technologique., in: Peresani, M. (Ed.), *Discoid Lithic Technology. Advances and Implications*. BAR International Series, Oxford, pp. 33–66.
- Slimak, L., 1998. La variabilité des débitages discoïdes au Paléolithique moyen : Diversité des méthodes et unité d'un concept. L'exemple des gisements de la Baume Néron (Soyons, Ardèche) et du Champ Grand (Saint-Maurice-sur-Loire, Loire). *Préhistoire Anthropol. Méditerranéennes* 7–8, 75–88.
- Smith, R.A., 1911. A palaeolithic industry at Northfleet, Kent. *Archaeologia* 62, 515–532.
- Solodenko, N., Zupancich, A., Cesaro, S.N., Marder, O., Lemorini, C., Barkai, R., 2015. Fat residue use-wear found on Acheulian biface scraper associated with butchered elephant remains at the site of Revadim, Israel. *PLoS One* 10.

<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0118572>

Soriano, S., Villa, P., 2017. Early Levallois and the beginning of the Middle Paleolithic in central Italy. *PLoS One* 12, e0186082. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186082>

Storck, P., 1983. The Fisher Site, fluting techniques and Early Paleo-Indian cultural relationships. *Archaeol. East. North Am.* 11, 80–97.

Stout, D., Hecht, E., Khreisheh, N., Bradley, B., Chaminade, T., 2015. Cognitive Demands of Lower Paleolithic Toolmaking. *PLoS One* 10, e0121804. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0121804>

Stout, D., Quade, J., Semaw, S., Rogers, M.J., Levin, N.E., 2005. Raw material selectivity of the earliest stone toolmakers at Gona, Afar, Ethiopia. *J. Hum. Evol.* 48, 365–380. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2004.10.006>

Stout, D., Semaw, S., Rogers, M.J., Cauche, D., 2010. Technological Variation in the Earliest Oldowan from Gona, Afar, Ethiopia. *J. Hum. Evol.* 58, 474–491. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2010.02.005>

Straus, L.G., 2009. Has the notion of “transitions” in Paleolithic Prehistory outlived its usefulness? The European record in wider context., in: Camps, M., Chauhan, P.R. (Eds.), *Sourcebook of Paleolithic Transitions*. Springer, New York, pp. 3–18.

Straus, L.G., 2007. Even the notion of a “transitional industry” is a suspect typological construct, in: Riel-Salvatore, J., Clark, G.A. (Eds.), *New Approaches to the Study of Early Upper Paleolithic “Transitional” Industries in Western Eurasia*. Archaeopress, Oxford, pp. 11–18.

Stringer, C.B., 2012. The status of *Homo heidelbergensis* (Schoetensack 1908). *Evol. Anthropol.* 21, 101–107. <https://doi.org/10.1002/evan.21311>.

Stringer, C.B., Trinkaus, E., Roberts, M.B., Parfitt, S.A., Macphail, R.I., 1998. The Middle Pleistocene human tibia from Boxgrove. *J. Hum. Evol.* 34, 509–547. <https://doi.org/10.1006/JHEV.1998.0215>

Tankersley, K.B., 1991. A geoarchaeological investigation of distribution and exchange in the raw material economies of Clovis groups in eastern North America. *Raw Mater. Econ. among Prehist. hunter-gatherers* 19, 285–303.

Terradas, X., 2003. Discoid flaking method: conception and technological variability, in: *Discoid Lithic Technology. Advances and Implications*. BAR International Series, Oxford, pp. 19–32.

- Terradillos-Bernal, M., 2013a. Les gisements de Galería, Gran Dolina TD10et Ambrona (le Complexe Inférieur): Trois modèles technologiques dans le deuxième tiers du Pléistocène moyen. *Anthropologie* 117, 494–514. <https://doi.org/10.1016/J.ANTHRO.2013.10.004>
- Terradillos-Bernal, M., 2013b. Les gisements de Galería, Gran Dolina TD10et Ambrona (le Complexe Inférieur): Trois modèles technologiques dans le deuxième tiers du Pléistocène moyen. *Anthropologie* 117, 494–514.
- Terradillos-Bernal, M., 2010. El Paleolítico inferior en la Meseta Norte: Sierra de Atapuerca, La Maya, El Basalito, San Quirce y Ambrona estudio tecnológico y experimental. Universidad de Burgos. Tesis Doctoral.
- Terradillos-Bernal, M., Díez-Fernández-Lomana, J.C., 2012. La transition entre les Modes 2 et 3 en Europe: le rapport sur les gisements du Plateau Nord (Péninsule Ibérique). *L'Anthropologie* 116, 348–363.
- Terradillos-Bernal, M., Rodríguez-Álvarez, X.P., 2017. The influence of raw material quality on the characteristics of the lithic tool edges from the Atapuerca sites (Burgos, Spain). *Quat. Int.* 433, Part, 211–223. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.10.122>.
- Terradillos-Bernal, M., Rodríguez-Álvarez, X.P., 2014. The influence of raw material qualities in the lithic technology of Gran Dolina (Units TD6 and TD10) and Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain): A view from experimental archeology. *Comptes Rendus Palevol* 13, 527–542. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2014.02.002>
- Thieme, H., 1997. Lower Palaeolithic hunting spears from Germany. *Nature* 385, 807–810. <https://doi.org/10.1038/385807A0>
- Tixier, J., 1980. *Préhistoire et technologie lithique*. Centre de Recherches Archéologiques du CNRS, Centre Régional de Publications du CNRS, Paris.
- Toro-Moyano, I., Agustí, J., Martínez-Navarro, B., 2003. El Pleistoceno Inferior de Barranco León y Fuente Nueva 3, Orce (Granada). *Arqueología Monografías*, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura.
- Toro-Moyano, I., Barsky, D., Cauche, D., Celiberti, V., Grégoire, S., Lebegue, F., Moncel, M.H., Lumley, H. de, 2011. The archaic stone tool industry from Barranco León and Fuente Nueva 3, (Orce, Spain): Evidence of the earliest hominin presence in southern Europe. *Quat. Int.* 243, 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.12.011>.
- Toro-Moyano, I., Martínez-Navarro, B., Agustí, J., Souday, C., Bermúdez de Castro, J.M., Martín-Torres, M., Fajardo, B., Duval, M., Falguères, C., Oms, O., Parés, J.M.,

- Anadón, P., Julià, R., García-Aguilar, J.M., Moigne, A.M., Espigares, M.P., Ros-Montoya, S., Palmqvist, P., 2013. The oldest human fossil in Europe, from Orce (Spain). *J. Hum. Evol.* 65, 1–9. <https://doi.org/10.1016/J.JHEVOL.2013.01.012>
- Toth, N., 1985. The Oldowan Reassessed: A Close Look at Early Stone Artifacts. *J. Archaeol. Sci.* 12, 101–120. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(85\)90056-1](https://doi.org/10.1016/0305-4403(85)90056-1)
- Toth, N., 1982. *The Stone Technologies of Early Hominids at Koobi Fora, Kenya; An Experimental Approach.* University of California.
- Tuffreau, A., 1995. The variability of Levallois technology in northern France and neighboring areas, in: Dibble, H.L., Bar-Yosef, O. (Eds.), *The Definition and Interpretation of Levallois Technology.* Prehistory Press, Madison, pp. 171–183.
- Turq, A., 1992a. Raw Material and Technological Studies of the Quina Mousterian in Perigord, in: *The Middle Paleolithic: Adaptation, Behavior and Variability.* University of Pennsylvania, Philadelphia, pp. 75–85.
- Turq, A., 1992b. *Le Paléolithique inférieur et moyen entre les vallées de la Dordogne et du Lot.* Université Bordeaux-I.
- Turq, A., 1989. Approche technologique et économique du faciès Moustérien de type Quina: étude préliminaire. *Bull. la Société Préhistorique Française* 86, 244–256.
- Turq, A., Brenet, M., Colonge, D., Jarry, M., Lelouvier, L.-A., O'Farrell, M., Jaubert, J., 2010. The first human occupations in southwestern France: A revised summary twenty years after the Abbeville/Saint Riquier colloquium. *Quat. Int.* 223–224, 383–398. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.03.012>
- Turq, A., Martínez-Navarro, B., Palmquist, P., Arribas, A., Agustí, J., Rodríguez-Vidal, J., 1996. Le Plio-Pléistocène de la région d'Orce, province de Grenade, Espagne: bilan et perspectives de recherche. *Paléo, Rev. d'Archéologie Préhistorique* 8, 161–204. <https://doi.org/10.3406/PAL.1996.911>
- Valensi, P., de Lumley, H., Beden, M., Jourdan, L., Serre, F., 2011. Les faunes de grands mammifères des formations du Pléistocène moyen du site acheuléen de Terra Amata, in: Lumley, H. de (Ed.), *Terra Amata, Nice, Alpes-Maritimes, France, Tome II.* CNRS, Paris, pp. 41–290.
- Valletta, F., Dag, I., Grosman, L., 2021. Identifying Local Learning Communities During the Terminal Palaeolithic in the Southern Levant: Multi-scale 3-D Analysis of Flint Cores. *J. Comput. Appl. Archaeol.* 4, 145–168. <https://doi.org/10.5334/jcaa.74>

- Vallverdú, J., 2017. Soil-stratigraphy in the cave entrance deposits of Middle Pleistocene age at the Trinchera del Ferrocarril sites (Sierra de Atapuerca, Spain). *Quat. Int.* 433, 199–210. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.031>
- Vallverdú, J., 2013. Estudio arqueo-estratigráfico del subnivel TD10-Sup, Gran Dolina (Sierra de Atapuerca), Institut Català de Paleoeccologia Humana i Evolució Social. Estudio no publicado.
- Vallverdú, J., 2002. Micromorfologia de las facias sedimentarias de la Sierra de Atapuerca y del Nivel J del Abric Romani: implicaciones Geoarqueológicas y paleoetnográficas. Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.
- Vallverdú, J., 1999. Microfacies y micromorfología de la Unidades GII y GIII de Galería (Sierra de Atapuerca), in: Carbonell, E., Rosas, A., Díez, J.C. (Eds.), *Atapuerca: Ocupaciones Humanas y Paleoeccologia Del Yacimiento de Galería*. Junta de Castilla y León, Zamora, pp. 43–54.
- Vallverdú, J., Carbonell, E., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Saladié, P., 1999. Análisis de la distribución espacial del registro arqueopaleontológico de Galería GII y GIII (TG10A-TN7), in: Carbonell, E., Rosas, A., Díez, J.C. (Eds.), *Atapuerca: Ocupaciones Humanas y Paleoeccologia Del Yacimiento de Galería*. Junta de Castilla y León, Zamora, pp. 63–78.
- Vallverdú, J., Courty, M.A., Carbonell, E., Canals, A., Burjachs, F., 2001. Les sédiments d’Homo antecessor de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Espagne). *Interprétation micromorphologique des processus de formation et enregistrement paléoenvironnemental des sédiments. L’Anthropologie* 105, 45–69. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80005-4](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80005-4)
- Vallverdú, J., Saladié, P., Bennàsar, L., Cabanes, D., Mancha, E., Menéndez, L., Blain, H., Ollé, A., Vilalta, J., Mosquera, M., Cáceres, I., Expósito, I., Esteban, M., Huguet, R., Rosas, A., Solé, A., López-Polín, L., Martinell, J., Barbo, A., Martínez-Navarro, B., Agustí, J., Ros, S., Carbonell, E., Capdevila, R., 2008. El barranc de la Boella de la Canonja (Tarragonès) revisitat en la intervenció arqueològica preventiva de l’any 2007. *Trib. d’Arqueologia* 7–28.
- Vallverdú, J., Saladié, P., Rosas, A., Huguet, R., Cáceres, I., Pineda, A., Ollé, A., Mosquera, M., García-Tabernero, A., Estalrich, A., Carrancho, A., Villalaín, J., Bourlès, D., Braucher, R., Lebatard, A., Vilalta, J., Lozano, I., López-Polín, L., Moreno, E., Vergès, J.M., Expósito, I., Agustí, J., Carbonell, E., Capdevila, R., 2014a. El Barranc de La Boella (La Canonja, Tarragona, Catalonia, Spain), in: Sala, R.E. (Ed.), *Pleistocene and*

- Holocene Hunter-Gatherers in Iberia and the Gibraltar Strait: The Current Archaeological Record. Universidad de Burgos, Burgos, pp. 287–295.
- Vallverdú, J., Saladié, P., Rosas, A., Mosquera, M., Huguet, R., Cáceres, I., García-Tabernero, A., Estalrich, A., Lozano-Fernández, I., Villalta, J., Esteban-Nadal, M., Benàssar, M.L., Pineda-Alcalá, A., Carrancho, Á., Villalain, J.J., Bourlès, D., Braucher, R., Lebatard, A., Ollé, A., Vergès, J.M., Ros-Montoya, S., Martínez-Navarro, B., García-Barbo, A., Martinell, J., Expósito, M.I., Burjachs, F., Agustí, J., Carbonell, E., 2014b. Age and date for early arrival of the Acheulian in Europe (Barranc de la Boella, la Canonja, Spain). PLoS One 9, e103634. <https://doi.org/10.101371/journal.pone.0103634>.
- Valoch, K., 1995. The earliest occupation of Europe: Eastern Central and Southeastern Europe, in: *Analecta Praehistorica Leidensia 27: The Earliest Occupation of Europe: Proceedings of the European Science Foundation Workshop at Tautavel (France)*. Leiden University Press, pp. 67–84.
- Van Baelen, A., 2014. Kesselt-Op de Schans (Limburg, Belgium) and the Lower-Middle Palaeolithic transition. Katholieke Universiteit Leuven.
- Van der Made, J., 2013. First description of the large mammals from the locality of Penal, and updated faunal lists for the Atapuerca ungulates – *Equus altidens*, *Bison* and human dispersal into Western Europe. *Quat. Int.* 295, 36–47.
- Van der Made, J., 2001. Les ongulés d'Atapuerca. *Stratigraphie et biogéographie. Anthropologie.* 105, 95–113. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80008-X](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80008-X)
- Van der Made, J., Aguirre, E., Bastir, M., Fernández-Jalvo, Y., Huguet, R., Laplana, C., Márquez, B., Martínez, C., Martínón-Torres, M., Rosas, A., Rodríguez, J., Sánchez, A., Sarmiento, S., Bermúdez de Castro, J.M., 2003. El registro paleontológico y arqueológico de los yacimientos de la Trinchera del Ferrocarril en la Sierra de Atapuerca. *Coloquios Paleontol.* 1, 345–372.
- Van Peer, P., 1995. Current issues in the Levallois problem, in: Dibble, H.L., Bar-Yosef, O. (Eds.), *The Definition and Interpretation of Levallois Technology. Monographs in World Archaeology*. Prehistory Press, Madison, Wisconsin, pp. 1–10.
- Van Peer, P., 1992a. *The Levallois Reduction Strategy. Monographs in World Archaeology* N°13, Prehistory Press., Madison.
- Van Peer, P., 1992b. New observations about the Nile Valley Middle Palaeolithic: Safaha method and lateralisation of Levallois Flakes. *Palaeorient* 17, 135–142.
- Vaquero, M., 2011. Una cuestión de método... o tal vez no. la variabilidad de la talla discoidal

- en el Paleolítico Medio del Abric Romaní. *Mainake* 33, 233–250.
- Vaquero, M., 1999. Variabilidad de las estrategias de talla y cambio tecnológico en el Paleolítico Medio del Abric Romaní (Capellades, Barcelona). *Trab. Prehist.* 56, 37–58.
- Vaquero, M., 1997. Tecnología lítica y comportamiento humano: organización de las actividades técnicas y cambio diacrónico en el Paleolítico Medio del Abric Romaní (Capellades, Barcelona). Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral.
- Vaquero, M., Carbonell, E., 2003. A temporal perspective on the variability of the discoid method in the Iberian Peninsula, in: Peresani, M. (Ed.), *Discoid Lithic Technology. Advances and Implications*. BAR International Series, 1120, Oxford, pp. 67–81.
- Vaquero, M., Gené, J.M., Alonso, S., 2004. La indústria lítica, in: *Els Darrers Caçadors-Recol·lectors de La Conca de Barberà: El Jaciment Del Molí Del Salt (Vimbodí). Excavacions 1999-2003*. Montblanc: Museu Arxiu de Montblanc i Comarca, pp. 69–134.
- Varién, M., Potter, J., 1997. Unpacking the Discard Equation: Simulating the Accumulation of Artifacts in the Archaeological Record. *Am. Antiq.* 62, 194–213. <https://doi.org/doi:10.2307/282506>
- Vayson, A., 1920. La plus ancienne industrie de Saint-Acheul. *L'Anthropologie* 30, 441–496.
- Venables, W.N., Ripley, B.D., 2002. *Modern applied statistics with S*, 4th ed. Springer, New York.
- Vilaseca, S., 1973. Reus y su entorno en la Prehistoria. Asociación de Estudios Reusenses, Reus.
- Villa, P., 2009. The Lower to Middle Paleolithic Transition, in: Camps, M., Chauhan, P. (Eds.), *Sourcebook of Paleolithic Transitions*. Springer New York, New York, pp. 265–270. https://doi.org/10.1007/978-0-387-76487-0_17
- Villa, P., 2001. Early Italy and the colonization of Western Europe. *Quat. Int.* 75, 113–130. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(00\)00083-5](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(00)00083-5)
- Villa, P., 1990. Torralba and Aridos: elephant exploitation in Middle Pleistocene Spain. *J. Hum. Evol.* 19, 299–309.
- Villa, P., Boschian, G., Pollarolo, L., Saccà, D., Marra, F., Nomade, S., Pereira, A., 2021. Elephant bones for the Middle Pleistocene toolmaker. *PLoS One* 16, e0256090. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0256090>
- Villa, P., Soriano, S., Grün, R., Marra, F., Nomade, S., Pereira, A., Boschian, G., Pollarolo,

- L., Fang, F., Bahain, J.-J., 2016. The Acheulian and Early Middle Paleolithic in Latium (Italy): Stability and Innovation. *PLoS One* 11, e0160516. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0160516>
- Voinchet, P., Despriée, J., Tissoux, H., Falguères, C., Bahain, J.J., Gageonnet, R., Dépont, J., Dolo, J.M., 2010. ESR chronology of alluvial deposits and first human settlements of the Middle Loire Basin (Region Centre, France). *Quat. Geochronol.* 5, 381–384. <https://doi.org/10.1016/J.QUAGEO.2009.03.005>
- Walker, M.J., Haber Uriarte, M., López Jiménez, A., López Martínez, M., Martín Lerma, I., Van der Made, J., Duval, M., Grün, R., 2020. Cueva Negra del Estrecho del Río Quípar: a Dated Late Early Pleistocene Palaeolithic Site in Southeastern Spain. *J. Paleolit. Archaeol.* 3, 816–855. <https://doi.org/10.1007/s41982-020-00062-5>
- Walker, M.J., López-Martínez, M., Carrión-García, J.S., Rodríguez-Estrella, T., San-Nicolás del-Toro, M., Schwenninger, J.L., López-Jiménez, A., Ortega-Rodríguez, J., Haber-Urriarte, M., Polo-Camacho, J.L., García-Torres, J., Campillo-Boj, M., Avilés-Fernández, A., Zack, W., 2013. Cueva Negra del Estrecho del Río Quípar (Murcia, Spain): A late Early Pleistocene hominin site with an “Acheulo-Levalloiso-Mousteroid” Palaeolithic assemblage. *Quat. Int.* 294, 135–159. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2012.04.038>
- White, M., Ashton, N., 2003. Lower Palaeolithic core technology and the origins of the Levallois method in North-Western Europe. *Curr. Anthropol.* 44, 598–608. <https://doi.org/10.1086/377653>
- White, M., Ashton, N., Scott, B., 2011. The Emergence, Diversity and Significance of Mode 3 (Prepared Core) Technologies. *Dev. Quat. Sci.* 14, 53–65. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53597-9.00005-4>
- White, M., Pettitt, P., 1995. Technology of early Palaeolithic western Europe: Innovation, variability, and a unified framework. *Lithics* 16, 27–40.
- White, M.J., 2000. The Clactonian Question: On the Interpretation of Core-and-Flake Assemblages in the British Lower Paleolithic. *J. World Prehistory* 14, 1–63. <https://doi.org/10.1023/A:1007874901792>
- Whiten, A., 2015. Experimental studies illuminate the cultural transmission of percussive technologies in Homo and Pan. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 370. <https://doi.org/10.1098/RSTB.2014.0359>
- Wymer, J.J., 1968. Lower Palaeolithic archaeology in Britain as represented by the Thames Valley. John Baker, London.

- Wynn, T., Coolidge, F.L., 2010. How Levallois reduction is similar to, and not similar to, playing chess, in: Nowell, A., Davidson, I. (Eds.), *Stone Tools and the Evolution of Human Cognition*. University Press of Colorado, Boulder, pp. 83–103.
- Young, D.E., Bonnichsen, R., 1984. *Understanding Stone Tools: A Cognitive Approach*, Peopling o. ed. University of Maine at Orono.
- Yravedra, J., Domínguez-Rodrigo, M., Santonja, M., Pérez-González, A., Panera, J., Rubio-Jara, S., Baquedano, E., 2010. Cut marks on the Middle Pleistocene elephant carcass of Áridos 2 (Madrid, Spain). *J. Archaeol. Sci.* 37, 2469–2476. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2010.05.007>
- Zaidner, Y., 2014. *Lithic production strategies at the Early Pleistocene site of Bizat Ruhama, Israel*. BAR International Series 2685., Oxford.
- Zupancich, A., Solodenko, N., Rosenberg-Yefet, T., Barkai, R., 2018. On the Function of Late Acheulean Stone Tools: New Data From Three Specific Archaeological Contexts at the Lower Palaeolithic Site of Revadim, Israel. *Lithic Technol.* 43, 255–268. <https://doi.org/10.1080/01977261.2018.1523098>
- Zutovski, K., Barkai, R., 2016. The use of elephant bones for making Acheulian handaxes: A fresh look at old bones. *Quat. Int.* 406, 227–238. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.01.033>

7.1 Índice de figuras

Figura 1.1. Esquema conceptual del primer bloque de la discusión.	8
Figura 1.2. Yacimientos más antiguos de 1Ma discutidos en este trabajo. Negro: sin Large Cutting Tools. Rosa: industria o dataciones dudosas.	20
Figura 1.3. Yacimientos situados cronológicamente entre 1Ma-500ka discutidos en este trabajo. Negro: sin Large Cutting Tools; Azul: con Large Cutting Tools, Rosa: industria o dataciones dudosas.	21
Figura 1.4. Yacimientos situados cronológicamente entre 500-250ka discutidos en este trabajo. Negro: sin Large Cutting Tools; Azul: con Large Cutting Tools, Rojo: con Simple Prepared Cores.	22
Figura 2.1. a) Trabajos de excavación en la localidad de La Mina (año 2018); b) Trabajos de excavación en la localidad de la Cala 1 (año 2018). (Fotografías: P. Saladié).	29
Figura 2.2. Imagen del actual barranco que deja al descubierto la sección (Fotografía: P. Saladié).	30
Figura 2.3. Registros estratigráficos de las localidades del Barranc de la Boella. Leyenda 1: lecho arqueológico; 2: polaridad magnética inversa; 3: polaridad magnética normal; 4: polaridad magnética indeterminada; 5: unidades litoestratigráficas. Modificado de Vallverdú et al (2014a).	31
Figura 2.4: a) Excavación de los restos de <i>Mammuthus meridionalis</i> en el nivel II.2 (año 2007); b) Pico sobre lasca de esquisto y herramienta de sílex recuperados en la Cala 1 (año 2007) (Fotografías: P. Saladié).	33
Figura 2.5. Superficie de excavación de la Unidad II de la Mina (año 2008), (Fotografía: P. Saladié).	38
Figura 2.6. Vista aérea de la sierra de Atapuerca. (Fotografía: IPHES)	47
Figura 2.7. Modelo de evolución sintética del sector NE de la cuenca del Duero durante el desarrollo de las superficies de erosión neógenas (Benito-Calvo y Pérez-González, 2007). ..	49
Figura 2.8. Vista de la entrada a la Trinchera del Ferrocarril. (Fotografía: IPHES)	51
Figura 2.9. Vista frontal de toda la superficie de Gran Dolina, a techo de la unidad TD9 (Campaña 2019). (Fotografía: A. Ollé).	54
Figura 2.10. Registros estratigráficos de los yacimientos de Gran Dolina y Galería. En gris las unidades estudiadas en este trabajo. Fechas extraídas de (Arnold et al., 2015; Berger et al., 2008; Demuro et al., 2014; Duval et al., 2018; Falguères et al., 2013, 2001, 1999; Grün and Aguirre, 1987; Moreno et al., 2015). Figura modificada de García-Medrano et al., (2015). ..	56
Figura 2.11. El Complejo Galería antes de las intervenciones arqueológicas. (Fotografía: EIA)	69
Figura 2.12. Vista actual del Complejo Galería (Fotografía: IPHES).	70
Figura 3.1. Algunos atributos morfotécnicos analizados y representación gráfica de las Estructuras Volumétricas de Explotación (VSE).	86
Figura 3.2. Otros atributos morfotécnicos analizados.	88
Figura 3.3. Pasos realizados para calcular el Scar Pattern Index (SPI).	92
Figura 3.4. Breuckmann SmartScan HE5® y pasos realizados para obtener un modelo 3D a través del software Optocat (IPHES). (Fotografías: M. Guillén).	94
Figura 3.5. Proceso de fotografiado para la realización de modelos 3D a través de técnicas fotogramétricas (IPHES). (Fotografías: M. Guillén).	95
Figura 4.1. Volumen remanente (cm ³) del conjunto del Nivel II.2 de la Cala 1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.	188

Figura 4.2. Cala 1 (Nivel II.2). Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural. 189

Figura 4.3. Cala 1 (Nivel II.2). Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por materia prima. 190

Figura 4.4. Núcleos recuperados en el nivel II.2 de la Cala 1: a) BB07 II.2 N13 199; b) BB20 II.2 L08 3; c) BB15 II.2 L14 1; d) BB20 II.2 L07 2; e) BB17 II.2 J14 1; f) BB20 II.2 K07 1; g) BB07 II.2 O12 72; h) BB19 II.2 S06 1; i) BB18 II.2 Q14 5; j) BB18 II.2 M11 1. 193

Figura 4.5. BN1GC recuperados en el nivel II.2 de la Cala 1: a) BB19 II.2 S10 2; b) BB18 II.2 R14 9 c) BB1 II.2 R10 5. 195

Figura 4.6. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto del nivel II.2 de la Cala 1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima. 196

Figura 4.7. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto del nivel II.2 de la Cala 1. Boxplot, a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE. 198

Figura 4.8. Scar Density Index (SDI) del conjunto del nivel II.2 de la Cala 1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima. 199

Figura 4.9. Volumen original estimado (cm³) del conjunto del nivel II.2 de la Cala 1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima. 201

Figura 4.10. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto del nivel II.2 de la Cala 1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima. 202

Figura 4.11. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto del nivel II.2 de la Cala 1. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal, el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas. 203

Figura 4.12. Volumen remanente (cm³) del conjunto de la unidad II de la Mina. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima. 205

Figura 4.13. La Mina (Unidad II). Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría, b) la longitud y el espesor por categoría. 206

Figura 4.14. La Mina (Unidad II). Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por materia prima, b) la longitud y el espesor por materia prima. 207

Figura 4.15. Núcleos recuperados en la unidad II de La Mina: a) BB09 II.2 P15 11; b) BB16 II.4 W14 1; c) BB15 II.3 W14 3; d) BB16 II.4 Q16 2; e) BB16 II.4 Y14 1; f) BB14 II.3 W15 6; g) BB13 II.2 V14 1; h) BB15 II.3 X13 14; i) BB16 II.4 X14 9; j) BB16 II.1 F17 5. 209

Figura 4.16. BN1GC recuperados en la unidad II de La Mina: a) BB10 II.2 Y13 2; b) BB13 II.2 W13 1; c) BB13 II.2 U13 1; d) BB10 II.2 Y14 8; e) BB10 II.1 O15 1. 211

Figura 4.17. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto de la unidad II de la Mina. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran

la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.	212
Figura 4.18. Scar Density Index (SDI) del conjunto de la unidad II de la Mina. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.	213
Figura 4.19. Volumen original estimado (cm ³) del conjunto de la unidad II de La Mina a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.	214
Figura 4.20. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto de la Unidad II de La Mina. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.	215
Figura 4.21. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto de la Unidad II de La Mina. Boxplot, a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.	216
Figura 4.22. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto de la Unidad II de La Mina. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal, el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.	217
Figura 4.23. Volumen remanente (cm ³) del conjunto de la unidad II de El Forn. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.	219
Figura 4.24. El Forn (Unidad II). Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría; b) la longitud y el espesor por categoría.	220
Figura 4.25. El Forn (Unidad II). Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por materia prima; b) la longitud y el espesor por materia prima.	221
Figura 4.26. Núcleos recuperados en la unidad II de El Forn: a) BB13 II.2 D12 1; b) BB13 II.2 H13 4; c) BB12 II.3 I14 9; d) BB11 II.2 J13 4; e) BB13 II.2 O15 1; F) BB13 II.2 Q14 1; g) BB12 II.3 I10 2.	223
Figura 4.27. BN1GC recuperados en la unidad II de El Forn: a) BB11 II.3 J11 2; b)BB13 II.3 C11 1 c) BB13 II.2 H13 3; d) BB11 II.2 I14 2.	224
Figura 4.28. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto de la unidad II de El Forn. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot, b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.	225
Figura 4.29. Scar Density Index (SDI) del conjunto de la unidad II de El Forn. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot, b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.	226
Figura 4.30. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto de la Unidad II de El Forn. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot, b) por categoría estructural, c) por materia	

prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.	227
Figura 4.31. Volumen original estimado (cm ³) del conjunto de la unidad II de El Forn a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot, b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.	228
Figura 4.32. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto de la Unidad II de El Forn. Boxplot, a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.....	229
Figura 4.33. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto de la Unidad II de El Forn. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal, el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.	230
Figura 4.34. Volumen remanente (cm ³) del conjunto TD10.4. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, y f) por materia prima.....	236
Figura 4.35. Subunidad TD10.4. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.	237
Figura 4.36. Subunidad TD10.4. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.	238
Figura 4.37. Núcleos de material fluvial (cuarcita y arenisca) recuperados en TD10.4. a) ATA18 L21 29, b) ATA19 N16 8; c) ATA18 I18 19; d) ATA18 L17 19.	241
Figura 4.38. Núcleos de sílex neógeno recuperados en TD10.4. A) ATA02 G11 67, B) ATA18 K14 47; C) ATA18 H19 10; D) ATA93 H17 57; E) ATA19 M21 4.....	242
Figura 4.39. BN1GC recuperados en TD10.4 A) ATA17 N21 3 (cuarcita); B) ATA18 I11 38 (cuarcita).	243
Figura 4.40. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto TD10.4. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, y f) por materia prima.....	244
Figura 4.41. Scar Density Index (SDI) del conjunto TD10.4. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y, f) por materia prima.	245
Figura 4.42. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto TD10.4. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.	246
Figura 4.43. Volumen original estimado (cm ³) del conjunto TD10.4. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.	247
Figura 4.44. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto TD10.4. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y, f) por materia prima.....	248
Figura 4.45. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto TD10.4. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los	

gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.....	250
Figura 4.46. Volumen remanente (cm ³) del conjunto TD10.3. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y, f) por materia prima.....	252
Figura 4.47. Subunidad TD10.3. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.	253
Figura 4.48. Subunidad TD10.3. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.	254
Figura 4.49. Núcleos de cuarcita recuperados en TD10.3 a) ATA15 J16 259; b) ATA17 M20 1 (con remontaje ATA17 M20 2); c) ATA17 L15 99 d) ATA17 H12 1; e) ATA17 J19 16; f) ATA17 L22 1.	257
Figura 4.50. Núcleos de sílex neógeno (a,b,c,f) y sílex cretácico (d,e,g) recuperados en TD10.3. a) ATA16 H19 157 b) ATA16 L12 12 c) ATA16 M19 523 d) ATA14 K15 24 e) ATA19 N16 2; f) ATA17 H20 42 g) ATA16 N19 186.....	258
Figura 4.51. BN1GC recuperadas en TD10.3. a) ATA17 L19 140 (cuarcita); b) ATA17 L17 213 (cuarcita); c) ATA93 I16 229 (cuarcita); d) ATA18 M11 1 (arenisca).....	260
Figura 4.52. a) Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto TD10.3. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y, f) por materia prima.	262
Figura 4.53. Scar Density Index (SDI) del conjunto TD10.3. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, y, f) por materia prima.	263
Figura 4.54. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto TD10.3. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.	264
Figura 4.55. Volumen original estimado (cm ³) del conjunto TD10.3. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, y, f) por materia prima.....	265
Figura 4.56. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto TD10.3. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, y f) por materia prima.....	266
Figura 4.57. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto TD10.3. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.....	267
Figura 4.58. Volumen remanente (cm ³) del conjunto TD10.2. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.	269
Figura 4.59. Subunidad TD10.2. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.	270
Figura 4.60. Subunidad TD10.2. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.	271

Figura 4.61. Núcleos adscritos a las VSE A y B recuperados en TD10.2: a) ATA08 L16 186 (s. cretácico); b) ATA06 N20 195 (cuarcita); c) ATA10 I12 54 (s. neógeno); d) ATA10 L20 1 (s. neógeno).....	274
Figura 4.62. Núcleos adscritos a la VSE C recuperados en TD10.2: a) ATA06 M12 66 (s. cretácico); b) ATA07 N17 5 (s. neógeno).....	275
Figura 4.63. Núcleos adscritos a la VSE D recuperados en TD10.2: a) ATA08 N16 384 (s. neógeno); b) ATA10 K13 310 (s. neógeno).....	276
Figura 4.64. Núcleos adscritos a la VSE F recuperados en TD10.2: a) ATA08 N16 387 (s. neógeno); b) ATA11 H15 51 (s. cretácico).....	277
Figura 4.65. Núcleos simétricos no jerarquizados (a-c) y núcleos asimétricos no jerarquizados (d) recuperados en TD10.2): a) ATA08 M21 70 (s. neógeno); b) ATA05 M14 70 (s. neógeno); c) ATA08 L13 85 (s. cretácico), d) ATA08 L22 38 (s. cretácico).....	278
Figura 4.66. Núcleos bifaciales asimétricos jerarquizados (cara convexa preferencial) recuperados en TD10.2: a) ATA08 K21 310 (s. neógeno); b) ATA10 N19 52 (s. neógeno); c) ATA09 L18 175 (s. cretácico); d) ATA08 M11 38 (s. neógeno); e) ATA10 N16 148 (s. neógeno).....	280
Figura 4.67. Núcleos asimétricos jerarquizados (cara plana preferencial) recuperados en TD10.2: a) ATA09 I15 68 (s. neógeno); c) ATA11 K21 7 (s. cretácico).	281
Figura 4.68. Núcleos asimétricos jerarquizados (cara plana preferencial) recuperados en TD10.2 a); ATA07 N22 49 (s. neógeno); b) ATA09 N20 479 (s. neógeno).	282
Figura 4.69. Núcleos multipolares trifaciales centrípetos recuperados en TD10.2: a) ATA09 L17 47 (s. neógeno); b) ATA10 M16 41(s. neógeno).....	283
Figura 4.70. Tri/Multifaciales Multipolares (VSE I) recuperados en TD10.2: a) ATA07 N16 345 (s. neógeno); b) ATA08 N19 183 (s. cretácico); c) ATA11 K14 323 (s. cretácico); d) ATA10 L16 239 (s. neógeno).	284
Figura 4.71. Tri/Multifaciales Multipolares (VSE I) recuperados en TD10.2: a) ATA10 N21 481 (s. neógeno); b) ATA09 N18 180 (s. neógeno); c) ATA06 M11 17 (s. neógeno); d) ATA06 M16 41 (s. cretácico).....	285
Figura 4.72. BNIGC recuperadas en TD10.2: a) ATA08 N21 280 (caliza); b) ATA11 N19 409 (arenisca); c) ATA11 J21 22 (arenisca).	286
Figura 4.73. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto TD10.2. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.	289
Figura 4.74. Scar Density Index (SDI) del conjunto TD10.2. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.	290
Figura 4.75. Volumen original estimado (cm ³) del conjunto TD10.2. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.	291
Figura 4.76. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto TD10.2. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.	292
Figura 4.77. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto TD10.2. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.	293
Figura 4.78. Scar Pattern Index por cada cara de los núcleos bifaciales centrípetos de TD10.2. (VSE H). a) Scatter plot comparando jerarquizados y no jerarquizados d, b) Scatter plot	

comparando simétricos y asimétricos, c) Scatter plot comparando las distintas modalidades de la VSE H. d) Histograma.....	294
Figura 4.79. Histograma y línea de densidad del SPI por cada cara: a) Bifaciales centrípetos simétricos no jerarquizados (H12), b) Bifaciales centrípetos asimétricos no jerarquizados (H12), c) Trifaciales centrípetos (H3), d) Bifaciales centrípetos asimétricos jerarquizados – cara convexa preferencial (H210C), e) Bifaciales centrípetos asimétricos jerarquizados – cara plana preferencial (H210P), f) Bifaciales centrípetos asimétricos jerarquizados predeterminantes – cara plana preferencial (H211P). Las líneas de puntos roja y azul indican la mediana de la Cara A (preferencial) y de la Cara B respectivamente.	295
Figura 4.80. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto TD10.2. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.....	296
Figura 4.81. Núcleos recuperados en TD10.2.2.: a) ATA12 I20 77(s. neógeno), b) ATA13 M21 33 (s. neógeno), c) ATA12 K19 20 (caliza), d) ATA12 O22 4 (s. neógeno).	299
Figura 4.82. a) Volumen remanente (cm ³), b) Longitud y anchura (mm), c) Longitud y espesor (mm) de las BNE y BN1GC recuperadas en TD10.1.....	301
Figura 4.83. Volumen remanente (cm ³) del conjunto TD10.1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE.	302
Figura 4.84. Subunidad TD10.1. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.	303
Figura 4.85. Subunidad TD10.1. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.	304
Figura 4.86. Núcleos adscritos a la VSE A recuperados en TD10.1: a) ATA04 J16 51 (cuarcita); b) ATA04 J22 13 (cuarcita).	307
Figura 4.87. Núcleos adscritos a la VSE C recuperados en TD10.1: a) ATA02 J18 57 (cuarcita); b) ATA01 J21 58 (arenisca); c) ATA04 O21 128 (cuarcita).	308
Figura 4.88. Núcleos adscritos a la VSE D recuperados en TD10.1: a) ATA04 N19 9 (cuarcita); b) ATA04 N21 237 (s. neógeno).....	309
Figura 4.89. Núcleos adscritos a la VSE F recuperados en TD10.1: a) ATA00 J09 13 (cuarcita); b) ATA02 N21 9 (s. cretácico); c) ATA03 M21 16 (s. cretácico).	310
Figura 4.90. Núcleos adscritos a la VSE G recuperados en TD10.1: a) ATA85 G18 21 (s. neógeno); b) ATA03 I10 18 (s. neógeno).	311
Figura 4.91. Núcleos adscritos a la VSE G recuperados en TD10.1: a) ATA04 K18 74 (s. neógeno); b) ATA04 K22 98 (s. cretácico); c) ATA03 L21 112 (cuarcita).....	312
Figura 4.92. Núcleos simétricos no jerarquizados recuperados en TD10.1: a) ATA00 I15 2 (arenisca); b) ATA00 M13 118 (s. cretácico); c) ATA06 J17 59 (s. neógeno).....	313
Figura 4.93. Núcleo asimétrico no jerarquizado recuperado en TD10.1: ATA00 L16 28 (s. neógeno).	314
Figura 4.94. Núcleos bifaciales asimétricos jerarquizados (cara convexa preferencial) recuperados en TD10.1: a) ATA04 J21 981 (s. neógeno); b) ATA04 K22 308 (s. neógeno); c) ATA04 J21 977 (cuarcita); d) ATA04 O20 233 (cuarcita); e) ATA03 K22 39 (s. neógeno); f) ATA05 M21 1236 (cuarcita).....	315
Figura 4.95. Núcleos bifaciales asimétricos jerarquizados (cara plana preferencial) recuperados en TD10.1: a) ATA04 K22 220 (cuarcita); b) ATA04 N19 53 (arenisca).....	316
Figura 4.96. Núcleos bifaciales asimétricos jerarquizados (cara plana preferencial) recuperados en TD10.1: a) ATA04 L21 711 (s. cretácico); b) ATA93 I16 111 (s. neógeno).	317

Figura 4.97. Núcleos bifaciales asimétricos jerarquizados (cara plana preferencial) recuperados en TD10.1: a) ATA05 K22 7 (cuarcita); b) ATA05 J21 672 (s. neógeno). 318

Figura 4.98. Tri/Multifaciales Multipolares (VSE I) recuperados en TD10.1: a) ATA00 N15 142 (s. cretácico); b) ATA07 J21 55 (s. cretácico); c) ATA04 K22 169 (s. cretácico); d) ATA05 N20 143 (s. neógeno). 319

Figura 4.99. Tri/Multifaciales Multipolares (VSE I) recuperados en TD10.1: a) ATA05 L20 207 (s. neógeno); b) ATA01 K14 14 (s. neógeno). 320

Figura 4.100. BN1GC recuperadas en TD10.1: a) ATA02 K21 431; b) ATA04 N21 917; c) ATA00 N19 120. 321

Figura 4.101. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto TD10.1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE. 324

Figura 4.102. Scar Density Index (SDI) del conjunto TD10.1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE. 325

Figura 4.103. Volumen original estimado (cm³) del conjunto TD10.1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE. 326

Figura 4.104. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto TD10.1. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE. 327

Figura 4.105. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto TD10.1. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE. 328

Figura 4.106. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto TD10.1. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas..... 329

Figura 4.107. Scar Pattern Index por cada cara de los núcleos bifaciales centrípetos de TD10.1. (VSE H). a) Scatter plot comparando jerarquizados y no jerarquizados d, b) Scatter plot comparando simétricos y asimétricos, c) Scatter plot comparando las distintas modalidades de la VSE H. d) Histograma..... 331

Figura 4.108. Histograma y línea de densidad del SPI por cada cara: a) Bifaciales centrípetos simétricos no jerarquizados (H12), b) Bifaciales centrípetos asimétricos no jerarquizados (H12), c) Trifaciales centrípetos (H3), d) Bifaciales centrípetos asimétricos jerarquizados – cara convexa preferencial (H210C), e) Bifaciales centrípetos asimétricos jerarquizados – cara plana preferencial (H210P), f) Bifaciales centrípetos asimétricos jerarquizados predeterminantes – cara plana preferencial (H211P). Las líneas de puntos roja y azul indican la mediana de la Cara A (preferencial) y de la Cara B respectivamente. 332

Figura 4.109. Volumen remanente (cm³) del conjunto GIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima. 338

Figura 4.110. Subunidad GIIa. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural. 339

Figura 4.111. Subunidad GIIa. Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por materia prima.	340
Figura 4.112. Núcleos recuperados en la subunidad GIIa. a) ATA93 TN2B G23 2 (s. neógeno), b) ATA96 TZ GIId L03 246 (cuarcita), c) ATA95 TN2B G28 5 (s. cretácico), d) ATA94 TN2B G28 1 (s. neógeno), e) ATA94 TG7 E18 1 (s. cretácico).....	342
Figura 4.113. BN1GC recuperados en la subunidad GIIa: a) ATA95 TN2B G23 2 (cuarcita); b) ATA95 TN2B H23 1 (arenisca); c) ATA94 TG7 F20 4 (cuarcita).....	344
Figura 4.114. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto GIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.....	346
Figura 4.115. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto GIIa. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.....	347
Figura 4.116. Scar Density Index (SDI) del conjunto GIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.	348
Figura 4.117. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto GIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.....	349
Figura 4.118. Volumen original estimado (cm ³) del conjunto GIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.....	350
Figura 4.119. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto GIIa. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas.....	351
Figura 4.120. Volumen remanente (cm ³) del conjunto GIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.	353
Figura 4.121. Subunidad GIIb. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural.	354
Figura 4.122. Subunidad GIIb. Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por materia prima.	355
Figura 4.123. a) ATA91 TN6Da F25 35 (s. neógeno); b) ATA94 TG10cc F15 30 (s. cretácico); c) ATA91 TN6 F25 82 (s. neógeno); d) ATA93 TG10c H22 6 (s. cretácico); e) ATA96 GIId L04 4 (cuarcita); f) ATA96 TZ GIId L02 42 (s. neógeno).....	357
Figura 4.124. BNG1C de arenisca recuperados en la subunidad GIIb: a) ATA93 TG10c F17 49; b) ATA92 TG10b G17 15; c) ATA92 TG10c G17 1; d) ATA09 GIId N02 99.	359
Figura 4.125. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto GIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima.....	360
Figura 4.126. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto GIIb. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE.....	361

Figura 4.127. Scar Density Index (SDI) del conjunto GIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima. 362

Figura 4.128. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto GIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima..... 363

Figura 4.129. Volumen original estimado (cm³) del conjunto GIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima..... 364

Figura 4.130. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto GIIb. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas..... 366

Figura 4.131. a) Volumen remanente (cm³), b) Longitud y anchura (mm), c) Longitud y espesor (mm) de las BNE y BN1GC recuperadas en GIIIa. 368

Figura 4.132. Volumen remanente (cm³) del conjunto GIIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE. 369

Figura 4.133. Subunidad GIIIa. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural. 370

Figura 4.134. Subunidad GIIIa. Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por materia prima. 371

Figura 4.135. Núcleos recuperados en la subunidad GIIIa: a) ATA17 GIIIa I21 23 (s. cretácico); b) ATA19 GIIIa J15 112 (cuarcita). 373

Figura 4.136. Núcleos bifaciales centrípetos recuperados en la subunidad GIIIa: a) ATA89 TGSU11 H20 12 (s. neógeno); b) ATA18 GIIIa L21 6 (s. neógeno); c) ATA18 GIIIa L13 5 (cuarcita); d) ATA91 TN7 H26 1 (s. cretácico); e) ATA85 TGSU11 H15 1 (s. neógeno); f) ATA18 GIIIa K14 92 (cuarcita). 374

Figura 4.137. Núcleo de grandes dimensiones recuperado en la subunidad GIIIa: ATA17 GIIIa L21 11 (s. neógeno-VSE I). 376

Figura 4.138. BN1GC recuperadas en la subunidad GIIIa: a) ATA18 GIIIa K24 1 (cuarcita); b) ATA90 TN7 F25 27 (arenisca). 378

Figura 4.139. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto GIIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE. 379

Figura 4.140. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto GIIIa. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE. 380

Figura 4.141. Scar Density Index (SDI) del conjunto GIIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE. 381

Figura 4.142. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto GIIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la

mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE. 382

Figura 4.143. Volumen original estimado (cm³) del conjunto GIIIa. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural, f) por materia prima y g) por VSE. 383

Figura 4.144. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto GIIIa. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas..... 384

Figura 4.145. Volumen remanente (cm³) del conjunto GIIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima. 386

Figura 4.146. Subunidad GIIIb. Scatter plot comparando: a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por categoría estructural. 387

Figura 4.147. Subunidad GIIIb. Scatter plot comparando a) la longitud y la anchura por categoría estructural; b) la longitud y el espesor por materia prima. 388

Figura 4.148. Núcleos recuperados en la subunidad GIIIb: a) ATA14 GIIIb K21 18 (cuarcita); b) ATA05 TZ GIIIb O04 12 (s. neógeno); c) ATA92 TG10cc H14 13 (s. neógeno); d) ATA93 TZ GIII K06 22 (arenisca); e) ATA92 TZ GIII M04 11 (s. neógeno). 391

Figura 4.149. BN1GC de cuarcita recuperadas en la subunidad GIIIb: a) ATA90 TGSU12 F22 44; b) ATA93 TZ GIII N05 70; c) ATA93 TZ GIII N05 54; d) ATA93 TZ GIII QO5 11.. 393

Figura 4.150. Porcentaje de superficie no cortical (%) del conjunto GIIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima..... 394

Figura 4.151. Scar Pattern Index (SPI) del conjunto GIIIb. Boxplot a) por categoría estructural, c) por materia prima y e) por VSE. Curva de densidad, b) por categoría estructural, d) por materia prima y f) por VSE..... 395

Figura 4.152. Scar Density Index (SDI) del conjunto GIIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima. 396

Figura 4.153. Volumen original estimado (cm³) del conjunto GIIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima..... 397

Figura 4.154. Porcentaje de volumen extraído (%) del conjunto GIIIb. a) Histograma con la distribución de todo el conjunto. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana, respectivamente. Boxplot b) por categoría estructural, c) por materia prima y d) por VSE. Curva de densidad, e) por categoría estructural y f) por materia prima..... 398

Figura 4.155. Matrices de correlación para las distintas variables analizadas del conjunto GIIIb. a) Todo el conjunto, b) parte del conjunto analizada con el VRM. La distribución de cada variable se muestra en la diagonal. En la parte inferior de la diagonal: se muestran los gráficos de dispersión bivariados con una línea ajustada. En la parte superior de la diagonal: el valor de la correlación más el nivel de significación como estrellas..... 399

Figura 4.156. Boxplot del volumen remanente (cm³) de A) BNE y BN1GC, B) a la izquierda BN1GE, y a la derecha BN2GE y C) BN1GC de los conjuntos estudiados. 400

Figura 4.157. Histogramas de la distribución de la reducción para cada conjunto. La línea de puntos negra muestra la función de densidad de probabilidad. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana de cada conjunto, respectivamente.	406
Figura 4.158. Curvas de supervivencia (Kaplan-Meier) de los núcleos por cada conjunto analizado a lo largo del continuo de reducción (VRM).	407
Figura 4.159. Distribución de los conjuntos analizados según las similitudes en el parámetro de shape (β) y scale (η) en el espacio de reducción continua (VRM).	409
Figura 4.160. Histogramas de la distribución de la reducción para cada conjunto. La línea de puntos negra muestra la función de densidad de probabilidad. Las líneas de puntos azul y roja muestran la media y la mediana de cada conjunto, respectivamente.	411
Figura 4.161. Curvas de supervivencia (Kaplan-Meier) de los núcleos por cada conjunto analizado a lo largo del continuo de reducción (SDI).	412
Figura 4.162. Distribución de los conjuntos analizados según las similitudes en el parámetro de shape (β) y scale (η) en el espacio de reducción continua. (SDI).	413
Figura 5.1. Campo operativo inferido para la subunidad TD6.2. Las líneas negras indican el rango de porcentaje de volumen extraído para cada VSE. Las líneas de puntos indican cambios entre VSE. Los puntos verdes indican el porcentaje estimado de volumen extraído para los núcleos de la Figura 3. Los puntos rojos corresponden a los núcleos de la Figura 4, sin aplicación del VRM.	417
Figura 5.2. Campo operativo inferido para las tres localidades de El Barranc de la Boella.	426
Figura 5.3. a) Esquema del campo operativo; b) Frecuencia porcentual de cada VSE dentro del conjunto; c) Frecuencia porcentual de cada litología por VSE.	444
Figura 5.4. Ejemplo de los cambios en las VSE a lo largo de la secuencia de reducción. ...	446
Figura 5.5. a) Esquema del campo operativo, b) Frecuencia porcentual de cada VSE dentro del conjunto, c) Frecuencia porcentual de cada litología por VSE.	452
Figura 5.6. Esquema de campo operativo de la VSE H en TD10.2. Los núcleos dibujados se corresponden con núcleos reales. Los porcentajes reflejan la frecuencia de cada modalidad con respecto a los núcleos adscritos a la VSE H. El porcentaje entre paréntesis indica la frecuencia de núcleos con extracciones preferenciales.	453
Figura 5.7. Esquema del campo operativo de la VSE H en TD10.1. Los núcleos dibujados se corresponden con núcleos reales. Los porcentajes reflejan la frecuencia de cada modalidad con respecto a los núcleos adscritos a la VSE H. El porcentaje entre paréntesis indica la frecuencia de núcleos con extracciones preferenciales.	455

7.2 Índice de tablas

Tabla 2.1. Composición del conjunto lítico recuperado en la Cala 1 por materias primas y categorías estructurales.	35
Tabla 2.2. Composición del conjunto lítico recuperado en la Cala 1 por materias primas y categorías estructurales (frecuencia).	36
Tabla 2.3. Composición del conjunto lítico recuperado en La Mina por materias primas y categorías estructurales.	39
Tabla 2.4. Composición del conjunto lítico recuperado en La Mina por materias primas y categorías estructurales (frecuencia).	40
Tabla 2.5. Composición del conjunto lítico recuperado en El Forn por materias primas y categorías estructurales.	42
Tabla 6. Composición del conjunto lítico recuperado en El Forn por materias primas y categorías estructurales (frecuencia).	43
Tabla 7. Listado de taxones identificados en el Barranc de la Boella. Extraído de Vallverdú et al., 2014 y modificado a partir de Pineda et al., 2017a y Madurell-Malapeira et al., 2019). Los niveles correspondientes a la Cala 1 III.1 y La Mina II.4 se encuentran en estudio. *Esta especie se ha identificado según Madurell-Malapeira et al., (2019), no obstante, en ese trabajo no se especifica en qué localidad.	44
Tabla 2.8. Correlación estratigráfica entre los distintos sectores del Complejo Galería, dataciones, métodos y referencias. Modificado de García Medrano et al., 2014.....	72
Tabla 4.1. Cala 1 (Nivel II.2). Frecuencia de Bases Negativas de Explotación (BNE) por materia prima.	187
Tabla 4.2. Cala 1 (Nivel II.2). Frecuencia de Bases Negativas de Primera Generación de Configuración (BN1GC) por materia prima.	187
Tabla 4.3. Cala 1 (Nivel II.2). Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.	191
Tabla 4.4. Cala 1 (Nivel II.2). Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.	191
Tabla 4.5. Cala 1 (Nivel II.2). Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.....	192
Tabla 4.6. La Mina (Unidad II). Frecuencia de Bases Negativas de Explotación (BNE) por materia prima.	204
Tabla 4.7. La Mina (Unidad II). Frecuencia de Bases Negativas de Primera Generación de Configuración (BN1GC) por materia prima.	204
Tabla 4.8. La Mina (Unidad II). Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.....	208
Tabla 4.9. El Forn (Unidad II). Frecuencia de Bases Negativas de Explotación (BNE) por materia prima.	218
Tabla 4.10. El Forn (Unidad II). Frecuencia de Bases Negativas de Primera Generación de Configuración (BN1GC) por materia prima.	218
Tabla 4.11. El Forn (Unidad II). Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.....	222
Tabla 4.37. Subunidad GIIa. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima.	337
Tabla 4.38. Subunidad GIIa. Frecuencia de BN1GC por materia prima.	337
Tabla 4.39. Subunidad GIIa. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.	341
Tabla 4.40. Subunidad GIIa. Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.	341

Tabla 4.41. Subunidad GIIa. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.....	341
Tabla 4.42. Subunidad GIIa. Frecuencia de las VSE en función de la materia prima.	343
Tabla 4.43. Subunidad GIIb. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima.....	352
Tabla 4.44. Subunidad GIIb. Frecuencia de BN1GC por materia prima.	352
Tabla 4.45. Subunidad GIIb. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.	356
Tabla 4.46. Subunidad GIIb. Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.	356
Tabla 4.47. Subunidad GIIb. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.....	356
Tabla 4.48. Subunidad GIIb. Frecuencia de las VSE en función de la materia prima.	358
Tabla 4.49. Subunidad GIIIa. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima.....	367
Tabla 4.50. Subunidad GIIIa. Frecuencia de BN1GC por materia prima.	367
Tabla 4.51. Subunidad GIIIa. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.	372
Tabla 4.52. Subunidad GIIIa. Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.	372
Tabla 4.53. Subunidad GIIIa. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.....	372
Tabla 4.54. Subunidad GIIIa. Frecuencia de las VSE en función de la materia prima.	377
Tabla 4.55. Subunidad GIIIb. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima	385
Tabla 4.56. Subunidad GIIIb. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.	389
Tabla 4.57. Subunidad GIIIb. Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.	389
Tabla 4.58. Subunidad GIIIb. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.....	389
Tabla 4.59. Subunidad GIIIb. Frecuencia de las VSE en función de la materia prima.....	392
Tabla 4.12. Frecuencia de categorías estructurales en la subunidad TD10.4.....	235
Tabla 4.13. Subunidad TD10.4. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima. .	235
Tabla 4.14. Subunidad TD10.4. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.	239
Tabla 4.15. Subunidad TD10.4. Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.	239
Tabla 4.16. Subunidad TD10.4. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.....	239
Tabla 4.17. Subunidad TD10.4. Frecuencia de las VSE en función de la materia prima. .	240
Tabla 4.18. Frecuencia de categorías estructurales en el nivel TD10.3.	251
Tabla 4.19. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima.	251
Tabla 4.20. Frecuencia de BN1GC por materia prima.	251
Tabla 4.21. Subunidad TD10.3. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas.	255
Tabla 4.22. Subunidad TD10.3. Frecuencia de núcleos en función del número de plataformas de percusión.	255
Tabla 4.23. Subunidad TD10.3. Frecuencia de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.....	256
Tabla 4.24. Subunidad TD10.3. Frecuencia de las VSE en función de la materia prima ...	256
Tabla 4.25. Subunidad TD10.2. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima. .	268
Tabla 4.26. Subunidad TD10.2. Frecuencia de BN1GC por materia prima.	268

Tabla 4.27. Subunidad TD10.2. Proporción de núcleos en función del número de superficies intervenidas.	272
Tabla 4.28. Subunidad TD10.2. Proporción de núcleos en función del número de plataformas de percusión.	272
Tabla 4.29. Subunidad TD10.2. Proporción de núcleos en función del número de superficies intervenidas y estrategias de talla.	273
Tabla 4.30. Subunidad TD10.2. Frecuencia de VSE por materia prima.	288
Tabla 4.31. Subunidad TD10.1. Frecuencia de BNE por tipo de soporte y materia prima.	300
Tabla 4.32. Subunidad TD10.1. Frecuencia de BN1GC y BN1G por materia prima.	300
Tabla 4.33. Subunidad TD10.1. Frecuencia del número de superficies intervenidas en cada núcleo por categoría estructural.	305
Tabla 4.34. Subunidad TD10.1. Frecuencia del número de plataformas de percusión en cada núcleo por categoría estructural.	306
Tabla 4.35. Relación entre la disposición de negativos y el número de superficies intervenidas en las BNE de TD10.1.	306
Tabla 4.36. Subunidad TD10.1. Frecuencia de VSE por materia prima.	322
Tabla 4.60. Estadística descriptiva del análisis de la reducción a través del VRM en todos los conjuntos.	405
Tabla 4.61. Resultados de probabilidad cruzada para la mediana en la prueba de Kruskal-Wallis (VRM). Los valores en gris más intenso muestran los valores $p < 0.05$	405
Tabla 4.62. Resultados de la probabilidad cruzada para la misma distribución en la prueba de Kolmogorov-Smirnov para distribuciones (VRM). Los valores en gris más intenso muestran los valores $p < 0.05$	407
Tabla 4.63. Valores de shape (β) y scale (η) obtenidos en la distribución Weibull (VRM) para cada conjunto.	408
Tabla 4.64. Estadística descriptiva del análisis de la reducción a través del SDI.	409
Tabla 4.65. Resultados de probabilidad cruzada para la mediana en la prueba de Kruskal-Wallis (SDI). Los valores en gris más intenso muestran los valores $p < 0.05$	410
Tabla 4.66. Resultados de la probabilidad cruzada para la misma distribución en la prueba de Kolmogorov-Smirnov para distribuciones (VRM). Los valores en gris más intenso muestran los valores $p < 0.05$	410
Tabla 4.67. Valores de shape (β) y scale (η) obtenidos en la distribución Weibull (SDI) para cada conjunto.	412
Tabla 5.1. Características de los conjuntos líticos de las tres localidades de El Barranc de la Boella.	428
Tabla 5.2. Posición relativa de los doce conjuntos analizados en base a los valores Shape obtenidos para el SDI y el VRM.	481

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

8. Anexos

Tabla S 8.1. Volumen remanente (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	603
Tabla S 8.2. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	603
Tabla S 8.3. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	603
Tabla S 8.4. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	603
Tabla S 8.5. Volumen remanente (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	603
Tabla S 8.6. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	603
Tabla S 8.7. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	603
Tabla S 8.8. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	603
Tabla S 8.9. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	604
Tabla S 8.10. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	604
Tabla S 8.11. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	604
Tabla S 8.12. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	604
Tabla S 8.13. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	604
Tabla S 8.14. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	604
Tabla S 8.15. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	604
Tabla S 8.16. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	604
Tabla S 8.17. Volumen estimado (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	605
Tabla S 8.18. Volumen estimado (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	605
Tabla S 8.19. Volumen estimado (cm ³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	605
Tabla S 8.20. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	605
Tabla S 8.21. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	605
Tabla S 8.22. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	605
Tabla S 8.23 Estadística descriptiva del conjunto de lascas de la Cala 1 empleadas en el cálculo VRM.....	605

Tabla S 8.24. Volumen remanente (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	606
Tabla S 8.25. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	606
Tabla S 8.26. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	606
Tabla S 8.27. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	606
Tabla S 8.28. Volumen remanente (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	606
Tabla S 8.29. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	606
Tabla S 8.30. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	606
Tabla S 8.31. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	606
Tabla S 8.32. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	606
Tabla S 8.33. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	607
Tabla S 8.34. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	607
Tabla S 8.35. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	607
Tabla S 8.36. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	607
Tabla S 8.37. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	607
Tabla S 8.38. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	607
Tabla S 8.39. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	607
Tabla S 8.40. Volumen estimado (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	607
Tabla S 8.41. Volumen estimado (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	607
Tabla S 8.42. Volumen estimado (cm ³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	608
Tabla S 8.43. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	608
Tabla S 8.44. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	608
Tabla S 8.45. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	608
Tabla S 8.46. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de La Mina empleadas en el cálculo VRM.....	608
Tabla S 8.47. Volumen remanente (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	609
Tabla S 8.48. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	609

Tabla S 8.49. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	609
Tabla S 8.50. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	609
Tabla S 8.51. Volumen remanente (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	609
Tabla S 8.52. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	609
Tabla S 8.53. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	609
Tabla S 8.54. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	609
Tabla S 8.55. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	609
Tabla S 8.56. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	610
Tabla S 8.57. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	610
Tabla S 8.58. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	610
Tabla S 8.59. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	610
Tabla S 8.60. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	610
Tabla S 8.61. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	610
Tabla S 8.62. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	610
Tabla S 8.63. Volumen estimado (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	610
Tabla S 8.64. Volumen estimado (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	611
Tabla S 8.65. Volumen estimado (cm ³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	611
Tabla S 8.66. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	611
Tabla S 8.67. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	611
Tabla S 8.68. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	611
Tabla S 8.69. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de El Forn empleadas en el cálculo VRM.	611
Tabla S 8.70. Volumen remanente (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	612
Tabla S 8.71. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	612
Tabla S 8.72. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	612
Tabla S 8.73. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	612

Tabla S 8.74. Volumen remanente (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	612
Tabla S 8.75. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	612
Tabla S 8.76. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	612
Tabla S 8.77. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	612
Tabla S 8.78. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	612
Tabla S 8.79. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	613
Tabla S 8.80. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	613
Tabla S 8.81. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	613
Tabla S 8.82. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	613
Tabla S 8.83. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	613
Tabla S 8.84. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	613
Tabla S 8.85. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	613
Tabla S 8.86. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	613
Tabla S 8.87. Volumen estimado (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	614
Tabla S 8.88. Volumen estimado (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	614
Tabla S 8.89. Volumen estimado (cm ³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	614
Tabla S 8.90. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	614
Tabla S 8.91. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	614
Tabla S 8.92. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	614
Tabla S 8.93. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de TD10.4 empleadas en el cálculo VRM.	614
Tabla S 8.94. Volumen remanente (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	615
Tabla S 8.95. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente.	615
Tabla S 8.96. Kolmogorov-Smirnov comparando el volumen remanente.	615
Tabla S 8.97. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	615
Tabla S 8.98. Mann-Whitney comparando la longitud.	615
Tabla S 8.99. Kolmogorov-Smirnov comparando la longitud.	615
Tabla S 8.100. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	615
Tabla S 8.101. Mann-Whitney comparando la anchura.	615

Tabla S 8.102. Kolmogorov-Smirnov comparando la anchura.....	615
Tabla S 8.103. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	615
Tabla S 8.104 Mann-Whitney comparando el espesor.....	616
Tabla S 8.105 Kolmogorov-Smirnov comparando el espesor.....	616
Tabla S 8.106. Volumen remanente (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	616
Tabla S 8.107. Mann Whitney comparando el volumen remanente por materia prima.	616
Tabla S 8.108. Kolmogorov-Smirnov comparando el volumen remanente por materia prima.	616
Tabla S 8.109. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	616
Tabla S 8.110. Mann- Whitney comparando la longitud por materia prima.....	616
Tabla S 8.111. Kolmogorov-Smirnov comparando la longitud por materia prima.....	616
Tabla S 8.112. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	616
Tabla S 8.113 Mann- Whitney comparando la anchura por materia prima.	617
Tabla S 8.114 Kolmogorov-Smirnov comparando la anchura por materia prima.	617
Tabla S 8.115. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	617
Tabla S 8.116 Mann- Whitney comparando el espesor por materia prima.	617
Tabla S 8.117 Kolmogorov-Smirnov comparando el espesor por materia prima.	617
Tabla S 8.118. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	617
Tabla S 8.119. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	617
Tabla S 8.120. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	617
Tabla S 8.121. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	618
Tabla S 8.122. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	618
Tabla S 8.123. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	618
Tabla S 8.124. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	618
Tabla S 8.125. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	618
Tabla S 8.126. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	618
Tabla S 8.127. Volumen estimado (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	618
Tabla S 8.128. Volumen estimado (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	619
Tabla S 8.129. Volumen estimado (cm ³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	619
Tabla S 8.130. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	619
Tabla S 8.131. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	619

Tabla S 8.132. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	619
Tabla S 8.133. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de TD10.3 empleadas en el cálculo VRM.	619
Tabla S 8.134. Volumen remanente (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	620
Tabla S 8.135. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por categoría.	620
Tabla S 8.136. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por categoría.	620
Tabla S 8.137. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	620
Tabla S 8.138. Mann-Whitney (p) comparando longitud por categoría.	620
Tabla S 8.139. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando longitud por categoría.	620
Tabla S 8.140. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	620
Tabla S 8.141. Mann-Whitney (p) comparando anchura por categoría.	620
Tabla S 8.142. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por categoría.	620
Tabla S 8.143. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	621
Tabla S 8.144. Mann-Whitney (p) comparando espesor por categoría.	621
Tabla S 8.145. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por categoría.	621
Tabla S 8.146. Volumen remanente (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	621
Tabla S 8.147. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por materia prima.	621
Tabla S 8.148. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por materia prima.	621
Tabla S 8.149. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	621
Tabla S 8.150. Mann-Whitney (p) comparando longitud por materia prima.	621
Tabla S 8.151. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando la longitud por materia prima.	622
Tabla S 8.152. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	622
Tabla S 8.153. Mann-Whitney (p) comparando anchura por materia prima.	622
Tabla S 8.154. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por materia prima.	622
Tabla S 8.155. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	622
Tabla S 8.156. Mann-Whitney (p) comparando espesor por materia prima.	622
Tabla S 8.157. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por materia prima.	622
Tabla S 8.158. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	622
Tabla S 8.159. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	623
Tabla S 8.160. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	623
Tabla S 8.161. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	623
Tabla S 8.162. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	623
Tabla S 8.163. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	623

Tabla S 8.164. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	623
Tabla S 8.165. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	623
Tabla S 8.166. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	624
Tabla S 8.167. Volumen estimado (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	624
Tabla S 8.168. Volumen estimado (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	624
Tabla S 8.169. Volumen estimado (cm ³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	624
Tabla S 8.170. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	624
Tabla S 8.171. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	624
Tabla S 8.172. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	624
Tabla S 8.173. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de TD10.2 empleadas en el cálculo VRM.....	625
Tabla S 8.174. Volumen remanente (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	626
Tabla S 8.175. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por categoría.....	626
Tabla S 8.176. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por categoría.....	626
Tabla S 8.177. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	626
Tabla S 8.178. Mann-Whitney (p) comparando longitud por categoría.....	626
Tabla S 8.179. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando longitud por categoría.....	626
Tabla S 8.180. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	626
Tabla S 8.181. Mann-Whitney (p) comparando anchura por categoría.....	626
Tabla S 8.182. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por categoría.....	626
Tabla S 8.183. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	627
Tabla S 8.184. Mann-Whitney (p) comparando espesor por categoría.....	627
Tabla S 8.185. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por categoría.....	627
Tabla S 8.186. Volumen remanente (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	627
Tabla S 8.187. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por materia prima.....	627
Tabla S 8.188. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por materia prima.....	627
Tabla S 8.189. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	627
Tabla S 8.190. Mann-Whitney (p) comparando longitud por materia prima.....	628
Tabla S 8.191. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando la longitud por materia prima.....	628
Tabla S 8.192. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	628
Tabla S 8.193. Mann-Whitney (p) comparando anchura por materia prima.....	628
Tabla S 8.194. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por materia prima.....	628

Tabla S 8.195. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	629
Tabla S 8.196. Mann-Whitney (p) comparando espesor por materia prima.	629
Tabla S 8.197. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por materia prima.	629
Tabla S 8.198. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	629
Tabla S 8.199. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	629
Tabla S 8.200. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	629
Tabla S 8.201. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	630
Tabla S 8.202. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	630
Tabla S 8.203. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	630
Tabla S 8.204. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	630
Tabla S 8.205. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	630
Tabla S 8.206. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	630
Tabla S 8.207. Volumen estimado (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	630
Tabla S 8.208. Volumen estimado (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	631
Tabla S 8.209. Volumen estimado (cm ³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	631
Tabla S 8.210. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	631
Tabla S 8.211. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	631
Tabla S 8.212. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	631
Tabla S 8.213. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de TD10.1 empleadas en el cálculo VRM.	631
Tabla S 8.214. Volumen remanente (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	632
Tabla S 8.215. Mann-Whitney comparando el volumen por categoría.....	632
Tabla S 8.216. Kolmogorov-Smirnov comparando el volumen por categoría.....	632
Tabla S 8.217. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	632
Tabla S 8.218. Mann-Whitney comparando longitud por categoría.	632
Tabla S 8.219. Kolmogorov-Smirnov comparando longitud por categoría.	632
Tabla S 8.220. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	632
Tabla S 8.221. Mann-Whitney comparando anchura por categoría.	632
Tabla S 8.222. Kolmogorov-Smirnov comparando anchura por categoría.....	632
Tabla S 8.223. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	632
Tabla S 8.224. Mann-Whitney comparando espesor por categoría.....	633

Tabla S 8.225. Kolmogorov-Smirnov comparando espesor por categoría.	633
Tabla S 8.226. Volumen remanente (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	633
Tabla S 8.227. Mann-Whitney comparando volumen por materia prima.	633
Tabla S 8.228. Kolmogorov-Smirnov comparando volumen por materia prima.	633
Tabla S 8.229. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	633
Tabla S 8.230. Mann-Whitney comparando longitud por materia prima.	633
Tabla S 8.231. Kolmogorov-Smirnov comparando longitud por materia prima.	633
Tabla S 8.232. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	634
Tabla S 8.233. Mann-Whitney comparando anchura por materia prima.	634
Tabla S 8.234. Kolmogorov-Smirnov comparando anchura por materia prima.	634
Tabla S 8.235. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	634
Tabla S 8.236. Mann-Whitney comparando espesor por materia prima.	634
Tabla S 8.237. Kolmogorov-Smirnov comparando espesor por materia prima.	634
Tabla S 8.238. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	634
Tabla S 8.239. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	634
Tabla S 8.240. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	635
Tabla S 8.241. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	635
Tabla S 8.242. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	635
Tabla S 8.243. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	635
Tabla S 8.244. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	635
Tabla S 8.245. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	635
Tabla S 8.246. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	635
Tabla S 8.247. Volumen estimado (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	636
Tabla S 8.248. Volumen estimado (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	636
Tabla S 8.249. Volumen estimado (cm ³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	636
Tabla S 8.250. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	636
Tabla S 8.251. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	636
Tabla S 8.252. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	636
Tabla S 8.253. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de GIIa empleadas en el cálculo VRM.	636
Tabla S 8.254. Volumen remanente (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	637

Tabla S 8.255. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por categoría.	637
Tabla S 8.256. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por categoría.	637
Tabla S 8.257. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	637
Tabla S 8.258. Mann-Whitney (p) comparando longitud por categoría.....	637
Tabla S 8.259. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando longitud por categoría.....	637
Tabla S 8.260. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	637
Tabla S 8.261. Mann-Whitney (p) comparando anchura por categoría.	637
Tabla S 8.262. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por categoría.	637
Tabla S 8.263. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	638
Tabla S 8.264. Mann-Whitney (p) comparando espesor por categoría.	638
Tabla S 8.265. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por categoría.....	638
Tabla S 8.266. Volumen remanente (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	638
Tabla S 8.267. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por materia prima.	638
Tabla S 8.268. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por materia prima.	638
Tabla S 8.269. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	638
Tabla S 8.270. Mann-Whitney (p) comparando longitud por materia prima.	638
Tabla S 8.271. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando la longitud por materia prima.	638
Tabla S 8.272. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	639
Tabla S 8.273. Mann-Whitney (p) comparando anchura por materia prima.....	639
Tabla S 8.274. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por materia prima.....	639
Tabla S 8.275. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	639
Tabla S 8.276. Mann-Whitney (p) comparando espesor por materia prima.	639
Tabla S 8.277. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por materia prima.	639
Tabla S 8.278. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	639
Tabla S 8.279. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	639
Tabla S 8.280. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	639
Tabla S 8.281. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	640
Tabla S 8.282. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	640
Tabla S 8.283. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	640
Tabla S 8.284. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	640
Tabla S 8.285. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	640
Tabla S 8.286. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	640

Tabla S 8.287. Volumen estimado (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	640
Tabla S 8.288. Volumen estimado (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	640
Tabla S 8.289. Volumen estimado (cm ³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	641
Tabla S 8.290. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	641
Tabla S 8.291. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	641
Tabla S 8.292. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	641
Tabla S 8.293. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de GIIb empleadas en el cálculo VRM.....	641
Tabla S 8.294. Volumen remanente (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	642
Tabla S 8.295. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por categoría.	642
Tabla S 8.296. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por categoría.	642
Tabla S 8.297. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	642
Tabla S 8.298. Mann-Whitney (p) comparando longitud por categoría.....	642
Tabla S 8.299. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando longitud por categoría.....	642
Tabla S 8.300. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	642
Tabla S 8.301. Mann-Whitney (p) comparando anchura por categoría.	642
Tabla S 8.302. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por categoría.	643
Tabla S 8.303. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	643
Tabla S 8.304. Mann-Whitney (p) comparando espesor por categoría.....	643
Tabla S 8.305. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por categoría.....	643
Tabla S 8.306. Volumen remanente (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	643
Tabla S 8.307. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por materia prima.	643
Tabla S 8.308. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por materia prima.	643
Tabla S 8.309. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	644
Tabla S 8.310. Mann-Whitney (p) comparando longitud por materia prima.	644
Tabla S 8.311. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando la longitud por materia prima.	644
Tabla S 8.312. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	644
Tabla S 8.313. Mann-Whitney (p) comparando anchura por materia prima.....	644
Tabla S 8.314. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por materia prima.....	644
Tabla S 8.315. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	644
Tabla S 8.316. Mann-Whitney (p) comparando espesor por materia prima.	645
Tabla S 8.317. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por materia prima.	645
Tabla S 8.318. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	645

Tabla S 8.319. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	645
Tabla S 8.320. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	645
Tabla S 8.321. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	645
Tabla S 8.322. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	646
Tabla S 8.323. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	646
Tabla S 8.324. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	646
Tabla S 8.325. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	646
Tabla S 8.326. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	646
Tabla S 8.327. Volumen estimado (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	646
Tabla S 8.328. Volumen estimado (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	647
Tabla S 8.329. Volumen estimado (cm ³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	647
Tabla S 8.330. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	647
Tabla S 8.331. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	647
Tabla S 8.332. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	647
Tabla S 8.333. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de GIIIa empleadas en el cálculo VRM.....	648
Tabla S 8.334. Volumen remanente (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.....	649
Tabla S 8.335. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por categoría.	649
Tabla S 8.336. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por categoría.	649
Tabla S 8.337. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	649
Tabla S 8.338. Mann-Whitney (p) comparando longitud por categoría.....	649
Tabla S 8.339. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando longitud por categoría.....	649
Tabla S 8.340. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	649
Tabla S 8.341. Mann-Whitney (p) comparando anchura por categoría.	650
Tabla S 8.342. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por categoría.	650
Tabla S 8.343. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	650
Tabla S 8.344. Mann-Whitney (p) comparando espesor por categoría.	650
Tabla S 8.345. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por categoría.....	650
Tabla S 8.346. Volumen remanente (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	650
Tabla S 8.347. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por materia prima.	650

Tabla S 8.348. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por materia prima.	651
Tabla S 8.349. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	651
Tabla S 8.350. Mann-Whitney (p) comparando longitud por materia prima.	651
Tabla S 8.351. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando la longitud por materia prima.	651
Tabla S 8.352. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	651
Tabla S 8.353. Mann-Whitney (p) comparando anchura por materia prima.	651
Tabla S 8.354. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por materia prima.	651
Tabla S 8.355. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	651
Tabla S 8.356. Mann-Whitney (p) comparando espesor por materia prima.	652
Tabla S 8.357. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por materia prima.	652
Tabla S 8.358. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	652
Tabla S 8.359. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	652
Tabla S 8.360. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	652
Tabla S 8.361. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	652
Tabla S 8.362. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	652
Tabla S 8.363. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	653
Tabla S 8.364. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	653
Tabla S 8.365. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	653
Tabla S 8.366. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	653
Tabla S 8.367. Volumen estimado (cm ³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	653
Tabla S 8.368. Volumen estimado (cm ³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	653
Tabla S 8.369. Volumen estimado (cm ³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	653
Tabla S 8.370. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	654
Tabla S 8.371. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	654
Tabla S 8.372. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.	654
Tabla S 8.373. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de GIIIb empleadas en el cálculo VRM.	654

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)

Diego Lombao Vázquez

8.1 El Barranc de la Boella

8.1.1 Cala 1

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	177.62	177.62	-	-
BN1GC	5	332.75	316.11	112.52	33.81
BN1GE	11	199.69	126.68	222.96	111.65
BN2GE	4	55.10	41	58.71	106.55

Tabla S 8.1. Volumen remanente (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	82.17	82.17	-	-
BN1GC	5	149.86	146.35	13.5	9.01
BN1GE	11	87.31	76.48	39.64	45.40
BN2GE	4	65.81	69.66	32.13	48.83

Tabla S 8.2. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	66.5	66.5	-	-
BN1GC	5	83.83	82.08	12.77	15.23
BN1GE	11	66.91	66.2	28.03	41.89
BN2GE	4	51.69	49.31	26.79	51.82

Tabla S 8.3. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	66.47	66.47	-	-
BN1GC	5	58.1	50.9	17.55	30.21
BN1GE	11	53.55	50.32	24.58	45.9
BN2GE	4	32.36	35.7	12.55	38.79

Tabla S 8.4. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	377.46	341.19	148.73	39.40
GRES	1	609.26	609.26	-	-
SÍLEX	14	98.88	60.92	96.27	97.36

Tabla S 8.5. Volumen remanente (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	149.93	148.3	12.08	8.05
GRES	1	142.5	142.5	-	-
SÍLEX	14	72.36	69.12	28.49	39.37

Tabla S 8.6. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	86.45	85.32	13.09	15.15
GRES	1	117.76	117.76	-	-
SÍLEX	14	56.57	57.07	21.10	37.30

Tabla S 8.7. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	61.97	62.51	18.33	29.59
GRES	1	98.46	98.46	-	-
SÍLEX	14	43.23	41.47	17.97	41.58

Tabla S 8.8. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	70.32	70.32	-	-
BN1GC	5	47.29	44.93	18.78	39.71
BN1GE	10	73.12	77.68	19.22	26.29
BN2GE	4	89.59	96.69	16.70	18.64

Tabla S 8.9. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	48.43	49.51	17.03	35.16
GRES	1	40.95	40.95	-	-
SÍLEX	13	81.91	85.85	15.42	18.83

Tabla S 8.10. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	3	80.43	82.91	14.37	17.87
A	1	100	100	-	-
C	1	72.44	72.44	-	-
D	1	40.95	40.95	-	-
F	5	69.32	64.42	17.53	25.28
I	2	83.39	83.39	18.48	22.16
J	1	91.83	91.83	-	-
OTROS	1	100	100	-	-
BN1GC	5	47.29	44.93	18.78	39.71

Tabla S 8.11. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	0.0005	0.0005	-	-
BN1GC	5	0.0003	0.0003	0.0001	51.32
BN1GE	11	0.0005	0.0004	0.0005	86.17
BN2GE	3	0.0006	0.0002	0.0008	124.61

Tabla S 8.12. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	0.00029	0.00029	0.0001	62.07
GRES	1	0.0001	0.0001	-	-
SÍLEX	13	0.0006	0.0005	0.0005	78.70

Tabla S 8.13. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	4	0.0002	0.0001	0.0002	88.1
A	1	0.0016	0.0016	-	-
C	1	0.00014	0.00014	-	-
D	1	0.0001	0.0001	-	-
F	5	0.0005	0.0004	0.0004	81.45
I	2	0.001	0.001	0.0006	64.49
J	1	0.001	0.001	-	-
BN1GC	5	0.0003	0.0003	0.0001	51.32

Tabla S 8.14. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	0.17	0.17	-	-
BN1GC	4	0.60	0.58	0.36	60.88
BN1GE	10	0.66	0.74	0.18	27.29
BN2GE	3	0.81	0.87	0.15	19.34

Tabla S 8.15. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	5	0.63	0.73	0.32	51.39
GRES	1	0.42	0.42	-	-
SÍLEX	12	0.67	0.75	0.23	34.36

Tabla S 8.16. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	319.23	319.23	-	-
BN1GC	5	492.45	451.44	241.04	48.94
BN1GE	8	367.28	242.72	343.87	93.62

Tabla S 8.17. Volumen estimado (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	539.84	590.78	244.86	45.35
GRES	1	952.97	952.97	-	-
SÍLEX	7	218.24	188.24	165.24	75.71

Tabla S 8.18. Volumen estimado (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
C	1	497.92	497.92	-	-
D	1	952.97	952.97	-	-
F	4	324.50	242.72	320.01	98.61
I	2	230.5	230.5	125.48	54.43
J	1	47.54	47.54	-	-
BN1GC	5	492.45	451.44	241.04	48.94

Tabla S 8.19. Volumen estimado (cm³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	44.35	44.35	-	-
BN1GC	5	26.27	29.97	17.58	66.90
BN1GE	8	34.08	33.21	13.06	38.32

Tabla S 8.20. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	25.66	26.3	15.79	61.53
GRES	1	36.06	36.06	-	-
SÍLEX	7	36.90	33.72	13.59	36.84

Tabla S 8.21. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
C	1	33.72	33.72	-	-
D	1	36.06	36.06	-	-
F	4	25.04	24.38	5.94	23.73
I	2	52.34	52.34	11.28	21.56
J	1	42.38	42.38	-	-
BN1GC	5	26.27	29.97	17.58	66.90

Tabla S 8.22. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

		N	MEDIA	MEDIANA	SHAPIRO-WILK
SÍLEX	Espesor	231	9.80	7	5.18 E-013
	Espesor plataforma	124	7.74	6	3.23 E-08
ESQUISTO	Espesor	3	17.63	10	-
	Espesor plataforma	3	7	6.5	-
GRES	Espesor	-	-	-	-
	Espesor plataforma	-	-	-	-

Tabla S 8.23 Estadística descriptiva del conjunto de lascas de la Cala 1 empleadas en el cálculo VRM.

8.1.2 La Mina

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	9	160.82	117.11	130.80	81.33
BN1GE	11	28.33	27.00	15.37	53.26

Tabla S 8.24. Volumen remanente (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	9	92.64	86.78	33.04	35.66
BN1GE	11	47.88	50	11.12	23.22

Tabla S 8.25. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	9	75.62	72.45	24.31	32.14
BN1GE	11	39.27	39.94	8.58	21.86

Tabla S 8.26. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	9	41.85	42.86	12.16	29.06
BN1GE	11	31.89	29.87	8.33	26.13

Tabla S 8.27. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	151.01	111.87	119.36	79.04
PÓRFIDO	1	377.03	377.03	-	-
CUARCITA	2	81.81	81.81	77.52	94.74
SÍLEX	11	28.39	27.67	15.37	54.13

Tabla S 8.28. Volumen remanente (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	95.03	90.11	27.92	29.38
PÓRFIDO	1	141.97	141.97	-	-
CUARCITA	2	60.23	60.23	19.38	32.19
SÍLEX	11	47.99	50	11.11	23.15

Tabla S 8.29. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	79.17	74.41	21.22	26.80
PÓRFIDO	1	101.29	101.29	-	-
CUARCITA	2	55.04	55.04	21.29	38.67
SÍLEX	11	38.75	37.49	8.71	22.48

Tabla S 8.30. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	39.83	42.50	11.88	29.84
PÓRFIDO	1	57.57	57.57	-	-
CUARCITA	2	39.95	39.95	14.26	35.69
SÍLEX	11	31.91	30.09	8.32	26.09

Tabla S 8.31. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	9	33.07	34.12	13.17	39.83
BN1GE	11	51.14	51.22	25.12	49.12

Tabla S 8.32. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	33.26	36.86	16.62	49.98
PÓRFIDO	1	32.99	32.99	-	-
CUARCITA	2	29.82	29.82	14.26	20.40
SÍLEX	11	51.63	51.22	8.32	47.67

Tabla S 8.33. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	2	23.8	23.8	2.29	9.65
A	1	38.28	38.28	-	-
C	2	30.59	30.59	7.16	23.43
F	3	61.26	60.98	9.84	16.07
H	1	80.5	80.5	-	-
OTROS	1	100	100	-	-
BN1GC	9	36.49	34.91	8.80	24.12

Tabla S 8.34. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	9	0.0003	0.0002	0.0001	42.42
BN1GE	11	0.0015	0.0011	0.001	98.41

Tabla S 8.35. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	0.0002	0.0002	0.0001	38.42
PÓRFIDO	1	0.0002	0.0002	-	-
CUARCITA	2	0.0008	0.0008	0.0005	66.60
SÍLEX	11	0.0014	0.0006	0.001	104.15

Tabla S 8.36. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	2	0.0005	0.0005	5.54E-05	10.11
A	1	0.0006	0.0006	-	-
C	2	0.0009	0.0009	4.08E-04	45.28
F	3	0.002	0.001	1.44E-03	63.62
H	1	0.001	0.001	-	-
OTROS	1	0.004	0.004	-	-
BN1GC	9	0.0003	0.0002	1.42E-04	45.72

Tabla S 8.37. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	8	0.85	0.91	0.15	18.15
BN1GE	10	0.7	0.77	0.22	32.17

Tabla S 8.38. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	5	0.90	0.92	0.11	12.29
PÓRFIDO	1	0.57	0.57	-	-
CUARCITA	2	0.71	0.71	0.04	6.34
SÍLEX	10	0.73	0.78	0.24	33.22

Tabla S 8.39. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	9	248.42	172.53	217.06	87.37
BN1GE	10	52.83	46.64	27.56	52.18

Tabla S 8.40. Volumen estimado (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	239.96	184.07	202.71	84.47
PÓRFIDO	1	592.18	592.18	-	-
CUARCITA	2	107.07	107.07	92.58	86.46
SÍLEX	10	51.80	42.44	28.21	54.47

Tabla S 8.41. Volumen estimado (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	2	29.91	29.91	4.62	15.45
A	1	51.69	51.69	-	-
C	2	63.80	63.80	31.39	49.20
F	3	49.16	57.20	18.23	37.09
H	1	110.76	110.76	-	-
OTROS	1	30.93	30.93	-	-
BN1GC	9	248.42	172.53	217.06	87.37

Tabla S 8.42. Volumen estimado (cm³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	9	28.67	29.26	13.70	47.8
BN1GE	10	49.21	43.75	18.48	37.55

Tabla S 8.43. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	6	31.55	32.81	14.43	45.74
PÓRFIDO	1	36.33	36.33	-	-
CUARCITA	2	27.95	27.95	10.10	36.14
SÍLEX	10	46.86	43.75	21.69	46.28

Tabla S 8.44. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	2	31.61	31.61	12.12	38.36
A	1	34.53	34.53	-	-
C	2	40.61	40.61	7.80	38.36
F	3	61.53	68.14	17.79	28.91
H	1	51.19	51.19	-	-
OTROS	1	77.35	77.35	-	-
BN1GC	9	28.67	29.26	13.70	47.80

Tabla S 8.45. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

		N	MEDIA	MEDIANA	SHAPIRO-WILK
SÍLEX	Espesor	247	8.88	8	1.93 E-08
	plataforma	128	7.06	6.5	8.86 E-06
ESQUISTO	Espesor	3	28.33	30	-
	plataforma	3	25.33	20	-
PÓRFIDO	Espesor	-	-	-	-
	plataforma	-	-	-	-
CUARCITA	Espesor	1	8	8	-
	plataforma	1	13	13	-

Tabla S 8.46. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de La Mina empleadas en el cálculo VRM.

8.1.3 El Forn

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	7	261.96	188.98	322.03	122.93
BN1GE	8	227.96	73.35	296.38	130.01

Tabla S 8.47. Volumen remanente (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	7	123.22	131.88	51.63	41.90
BN1GE	8	86.90	75.50	40.93	47.09

Tabla S 8.48. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	7	83.61	73.1	32.77	39.20
BN1GE	8	72.14	61	36.35	50.39

Tabla S 8.49. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	7	39.45	39.81	17.38	44.07
BN1GE	8	51.22	35.75	27.03	52.79

Tabla S 8.50. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	5	324.89	220.77	371.67	114.39
GRANITO	1	91.88	91.88	-	-
CUARZO	1	645.01	645.01	-	-
CUARCITA	1	117.34	117.34	-	-
SÍLEX	7	168.39	68.60	263.36	156.4

Tabla S 8.51. Volumen remanente (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	5	137.00	137.99	56.20	41.02
GRANITO	1	92.98	92.98	-	-
CUARZO	1	144.18	144.18	-	-
CUARCITA	1	84.56	84.56	-	-
SÍLEX	7	78.72	65	36.46	46.32

Tabla S 8.52. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	5	93.06	91.58	34.84	37.43
GRANITO	1	63.60	63.60	-	-
CUARZO	1	120	120	-	-
CUARCITA	1	56.35	56.35	-	-
SÍLEX	7	65.30	60	33.25	50.91

Tabla S 8.53. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	5	39.44	39.81	19.97	50.64
GRANITO	1	29.03	29.03	-	-
CUARZO	1	87.16	87.16	-	-
CUARCITA	1	49.91	49.91	-	-
SÍLEX	7	46.08	33.99	24.63	53.45

Tabla S 8.54. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	22.46	24.03	8.04	35.79
BN1GE	8	52.74	54.36	26.73	50.67

Tabla S 8.55. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	4	19.74	17.75	8.79	44.52
GRANITO	1	26.72	26.72	-	-
CUARZO	1	30.66	30.66	-	-
CUARCITA	1	29.07	29.07	-	-
SÍLEX	7	55.90	63.03	27.21	48.68

Tabla S 8.56. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B	2	22.97	22.97	10.87	47.32
A	1	45.69	45.69	-	-
B	2	51.88	51.88	24.59	47.41
C	2	81.51	81.51	26.13	32.06
F	1	63.51	63.51	-	-
BN1GC	5	24.55	26.72	6.91	28.16

Tabla S 8.57. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	0.0003	0.0002	0.0001	58.47
BN1GE	8	0.0006	0.0005	0.0005	81.40

Tabla S 8.58. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	4	0.0002	0.0001	0.0002	77.03
GRANITO	1	0.0002	0.0002	-	-
CUARZO	1	0.00016	0.00016	-	-
CUARCITA	1	0.00046	0.00046	-	-
SÍLEX	7	0.0007	0.0007	0.0005	73.68

Tabla S 8.59. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B	2	0.0012	0.0012	0.00006	55.42
A	1	0.0011	0.0011	-	-
B	2	0.003	0.003	0.00002	8.91
C	2	0.0007	0.0007	0.0001	17.01
F	1	0.0015	0.0015	-	-
BN1GC	5	0.0003	0.00029	0.0001	56.65

Tabla S 8.60. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	0.91	0.95	0.08	9.08
BN1GE	8	0.77	0.76	0.18	23.78

Tabla S 8.61. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	3	0.94	0.95	0.05	5.73
GRANITO	1	0.96	0.96	-	-
CUARZO	1	0.74	0.74	-	-
CUARCITA	1	0.78	0.78	-	-
SÍLEX	7	0.78	0.78	0.19	25.47

Tabla S 8.62. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	335.22	153.97	434.63	129.65
BN1GE	8	341.05	143.77	387.8	113.7

Tabla S 8.63. Volumen estimado (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	3	470.96	289.92	555.16	117.87
GRANITO	1	109.22	109.22	-	-
CUARZO	1	899.11	899.11	-	-
CUARCITA	1	153.97	153.97	-	-
SÍLEX	7	261.33	122.39	340.79	130.4

Tabla S 8.64. Volumen estimado (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B	2	954.44	954.44	78.24	8.19
A	1	61.66	61.66	-	-
B	2	237.71	237.71	102.62	43.17
C	2	104.89	104.89	24.75	23.60
F	1	72.68	72.68	-	-
BN1GC	5	335.22	153.97	434.63	129.65

Tabla S 8.65. Volumen estimado (cm³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	22.61	22.27	10.94	48.40
BN1GE	8	46.12	47.21	15.94	34.56

Tabla S 8.66. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ESQUISTO	3	24.46	22.27	14.52	59.38
GRANITO	1	15.87	15.87	-	-
CUARZO	1	28.26	28.26	-	-
CUARCITA	1	23.78	23.78	-	-
SÍLEX	7	48.67	50.47	15.35	31.54

Tabla S 8.67. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B	2	27	27	1.78	6.59
A	1	50.47	50.47	-	-
B	2	44.43	44.43	11.69	26.31
C	2	58.46	58.46	20.51	35.09
F	1	58.72	58.72	-	-
BN1GC	5	22.61	22.27	10.94	48.40

Tabla S 8.68. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

		N	MEDIA	MEDIANA	SHAPIRO-WILK
SÍLEX	Espesor	54	10.05	8.5	0.0001
	plataforma	37	10.24	9	0.002
ESQUISTO	Espesor	1	28.33	30	-
	plataforma	1	25.33	20	-
PÓRFIDO	Espesor	-	-	-	-
	plataforma	-	-	-	-
CUARCITA	Espesor	1	8	8	-
	plataforma	1	13	13	-

Tabla S 8.69. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de El Forn empleadas en el cálculo VRM.

8.2 Gran Dolina TD10

8.2.1 Gran Dolina TD10.4

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	166.67	200.69	108.53	65.11
BN1GE	5	126.83	133.79	73.63	58.05
BN2GE	6	91.16	99.49	72.92	79.99

Tabla S 8.70. Volumen remanente (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	135.07	152.07	63.08	46.69
BN1GE	5	83.98	86.45	15.99	19.04
BN2GE	6	79.44	90.06	26.02	32.75

Tabla S 8.71. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	78.63	83.37	26.85	34.15
BN1GE	5	61.75	63.44	14.83	24.02
BN2GE	6	64.23	74.83	25.07	39.03

Tabla S 8.72. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	34.74	32.69	8.45	24.34
BN1GE	5	47.62	49.22	14.40	30.24
BN2GE	6	38.31	41.22	13.64	35.60

Tabla S 8.73. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	101.62	83.05	101.18	99.56
CUARCITA	4	152.97	156.28	92.75	60.63
SÍLEX NEÓGENO	6	110.45	112.77	64.53	58.42

Tabla S 8.74. Volumen remanente (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	75.98	72.08	22.16	29.16
CUARCITA	4	122.92	119.26	56.95	46.33
SÍLEX NEÓGENO	6	84.37	90.06	23.65	28.03

Tabla S 8.75. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	53.82	51.09	21.02	35.05
CUARCITA	4	73.72	71.18	24.02	32.58
SÍLEX NEÓGENO	6	69.98	74.88	20.34	29.07

Tabla S 8.76. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	41.49	40.16	20.71	49.93
CUARCITA	4	37.50	38.36	8.84	23.57
SÍLEX NEÓGENO	6	42.71	45.17	11.78	27.58

Tabla S 8.77. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	46.45	46.67	28.72	61.82
BN1GE	5	46.77	44.20	12.99	27.78
BN2GE	5	82.99	90.67	22.45	27.05

Tabla S 8.78. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	46.64	45.19	4.28	9.18
CUARCITA	4	42.12	37.89	25	59.36
SÍLEX NEÓGENO	5	86.63	90.67	15.34	17.71

Tabla S 8.79. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	90.67	90.67	-	-
A	1	29.11	29.11	-	-
B	1	46.17	46.17	-	-
C	1	100	100	-	-
D	1	44.20	44.20	-	-
F	2	48.09	48.09	6.68	13.90
H	2	89.07	89.07	15.45	17.35
J	1	64.35	64.35	-	-
BN1GC	3	46.45	46.67	28.72	61.82

Tabla S 8.80. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	0.00060	0.0004	0.00049	81.43
BN1GE	5	0.00066	0.00062	0.00039	60.15
BN2GE	5	0.00040	0.00043	0.00025	63.41

Tabla S 8.81. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	0.00073	0.00063	0.00041	55.96
CUARCITA	4	0.00062	0.00053	0.00040	65.29
SÍLEX NEÓGENO	5	0.00034	0.00034	0.0002	63.99

Tabla S 8.82 Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	0.00006	0.00006	-	-
A	1	0.00065	0.00065	-	-
B	1	0.00064	0.00064	-	-
C	1	0.00023	0.00023	-	-
D	1	0.00035	0.00035	-	-
F	2	0.00097	0.00097	0.0004	50.71
H	2	0.00054	0.00054	0.0001	29.27
J	1	0.00034	0.00034	-	-
BN1GC	3	0.0006	0.00040	0.0004	81.43

Tabla S 8.83. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	0.62	0.65	0.37	59.56
BN1GE	5	0.78	0.88	0.23	30.13
BN2GE	4	0.69	0.67	0.26	38.11

Tabla S 8.84. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	0.76	0.84	0.26	35.12
CUARCITA	4	0.71	0.81	0.35	49.11
SÍLEX NEÓGENO	4	0.67	0.67	0.23	34.67

Tabla S 8.85. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A	1	0.97	0.97	-	-
B	1	0.98	0.98	-	-
C	1	0.45	0.45	-	-
D	1	0.89	0.89	-	-
F	2	0.58	0.58	0.29	50.76
H	2	0.67	0.67	0.26	38.89
J	1	0.88	0.88	-	-
BN1GC	3	0.62	0.65	0.37	59.56

Tabla S 8.86. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	437.67	406.85	396.19	90.52
BN1GE	4	224.47	233.95	147.45	65.69

Tabla S 8.87. Volumen estimado (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	3	229.45	258.37	180.18	78.52
CUARCITA	4	380.63	308.19	343.01	90.11

Tabla S 8.88. Volumen estimado (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A	1	209.53	209.53	-	-
D	1	393.42	393.42	-	-
F	2	147.46	147.46	156.85	106.36
BN1GC	3	437.67	406.85	396.19	90.52

Tabla S 8.89. Volumen estimado (cm³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	47.49	50.67	24.29	51.16
BN1GE	4	45.85	45.04	3.61	7.87

Tabla S 8.90. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	3	45.60	43.47	4.38	9.60
CUARCITA	4	47.27	48.63	19.84	41.98

Tabla S 8.91. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A	1	46.60	46.60	-	-
D	1	43.47	43.47	-	-
F	2	46.66	46.66	5.62	12.04
BN1GC	3	47.49	50.67	24.29	51.16

Tabla S 8.92. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

		N	MEDIA	MEDIANA	SHAPIRO-WILK
ARENISCA	Espesor	11	18.18	10	0.045
	Espesor plataforma	4	17.75	19.5	0.6
	Espesor	28	15.46	14	0.001
CUARCITA	Espesor plataforma	17	11	10	0.04
	Espesor	14	7.85	5	0.008
S. CRETÁCICO	Espesor plataforma	5	6.8	5	0.05

Tabla S 8.93. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de TD10.4 empleadas en el cálculo VRM.

8.2.2 Gran Dolina TD10.3

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	124.68	113.96	75.45	60.51
BN1GE	14	142.77	129	107.96	75.61
BN2GE	8	43.80	35.29	34.36	78.44

Tabla S 8.94. Volumen remanente (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.84	0.04
BN1GE		-	0.04
BN2GE			-

Tabla S 8.95. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.81	0.09
BN1GE		-	0.01
BN2GE			-

Tabla S 8.96. Kolmogorov-Smirnov comparando el volumen remanente.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	110.21	98.53	42.25	38.33
BN1GE	14	79.29	87.16	24.84	31.32
BN2GE	8	66.69	63.53	23.61	35.41

Tabla S 8.97. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.23	0.05
BN1GE		-	0.33
BN2GE			-

Tabla S 8.98. Mann-Whitney comparando la longitud.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.65	0.30
BN1GE		-	0.31
BN2GE			-

Tabla S 8.99. Kolmogorov-Smirnov comparando la longitud.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	70.78	67.83	12.33	17.43
BN1GE	14	63.54	66.23	21.25	33.45
BN2GE	8	49.26	44.94	16.01	32.49

Tabla S 8.100. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.71	0.02
BN1GE		-	0.23
BN2GE			-

Tabla S 8.101. Mann-Whitney comparando la anchura.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.56	0.02
BN1GE		-	0.16
BN2GE			-

Tabla S 8.102. Kolmogorov-Smirnov comparando la anchura

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	33.49	34.51	5.54	16.55
BN1GE	14	47.03	48.49	16.70	35.52
BN2GE	8	28.88	28.64	10.65	36.88

Tabla S 8.103. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.12	0.28
BN1GE		-	0.01
BN2GE			-

Tabla S 8.104 Mann-Whitney comparando el espesor.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.03	0.3
BN1GE		-	0.09
BN2GE			-

Tabla S 8.105 Kolmogorov-Smirnov comparando el espesor.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	1	191.76	191.76	NA	NA
CUARCITA	11	152.11	154.33	87.94	57.81
CUARZO	2	25.36	25.36	15.93	62.80
SÍLEX CRETÁCICO	4	12.40	11.97	3.24	26.17
SÍLEX NEÓGENO	10	113.20	92.88	96.20	84.98

Tabla S 8.106. Volumen remanente (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	1	1	1
CUARCITA		-	0.41	0.01	1
CUARZO			-	1	0.42
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.03
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.107. Mann-Whitney comparando el volumen remanente por materia prima.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.83	0.66	0.4	0.54
CUARCITA		-	0.07	0.001	0.19
CUARZO			-	0.4	0.09
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.009
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.108. Kolmogorov-Smirnov comparando el volumen remanente por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	1	155.94	155.94	NA	NA
CUARCITA	11	95.12	97.01	29.77	31.30
CUARZO	2	49.27	49.27	13.18	26.76
SÍLEX CRETÁCICO	4	41.20	39.20	4.56	11.08
SÍLEX NEÓGENO	10	83.92	83.98	16.00	19.07

Tabla S 8.109. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	1	1	1
CUARCITA		-	0.2	0.01	1
CUARZO			-	1	0.42
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.01
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.110. Mann-Whitney comparando la longitud por materia prima

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.33	0.66	0.4	0.18
CUARCITA		-	0.02	0.001	0.43
CUARZO			-	0.4	0.09
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.001
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.111. Kolmogorov-Smirnov comparando la longitud por materia prima

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	1	88.41	88.41	NA	NA
CUARCITA	11	69.35	69.35	13.35	19.25
CUARZO	2	34.88	34.88	0.69	1.98
SÍLEX CRETÁCICO	4	35.72	35.81	2.30	6.44
SÍLEX NEÓGENO	10	64.44	61.25	17.76	27.57

Tabla S 8.112. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	1	1	1
CUARCITA		-	0.2	0.01	1
CUARZO			-	1	0.2
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.07
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.113 Mann-Whitney comparando la anchura por materia prima.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.16	0.66	0.4	0.36
CUARCITA		-	0.02	0.001	0.28
CUARZO			-	0.93	0.03
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.009
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.114 Kolmogorov-Smirnov comparando la anchura por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	1	36.33	36.33	NA	NA
CUARCITA	11	43.26	39.33	15.24	35.23
CUARZO	2	27.61	27.61	8.11	29.36
SÍLEX CRETÁCICO	4	21.85	23.53	5.31	24.29
SÍLEX NEÓGENO	10	43.56	41.14	15.47	35.53

Tabla S 8.115. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	1	1	1
CUARCITA		-	1	0.1	1
CUARZO			-	1	1
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.13
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.116 Mann-Whitney comparando el espesor por materia prima.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.83	0.66	0.4	1
CUARCITA		-	0.25	0.02	0.98
CUARZO			-	0.93	0.3
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.009
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.117 Kolmogorov-Smirnov comparando el espesor por materia prima.

CAT	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	38.57	32.11	18.91	49.03
BN1GE	14	46.77	41.67	23.69	50.65
BN2GE	8	83.95	85.44	14.75	17.57

Tabla S 8.118. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	1	26.22	26.22	NA	NA
CUARCITA	11	35.22	28.25	21.97	62.37
CUARZO	2	50.93	50.93	9.76	19.17
CRETÁCICO	4	72.53	72.55	10.92	15.05
NEÓGENO	10	75.21	73.99	21.40	28.46

Tabla S 8.119. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	3	32.39	25.68	22.36	69.02
A	3	26.52	27.88	2.68	10.14
B	2	46.13	46.13	16.49	35.75
C	1	44.03	44.03	-	-
D	3	64.03	57.84	28.33	44.24
F	3	68.49	66.92	9	13.13
G	2	79.75	79.75	6.93	8.7
H	3	86.45	86.23	13.43	15.53
I	1	96.96	96.96	-	-
OTROS	1	100	100	-	-
BN1GC	6	38.57	32.11	18.91	49.03

Tabla S 8.120. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	0.001	0.0007	0.0008	83.25
BN1GE	14	0.0008	0.0003	0.0009	118.73
BN2GE	6	0.001	0.001	0.0005	34.23

Tabla S 8.121. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	1	0.0003	0.0003	NA	NA
CUARCITA	11	0.0006	0.0003	0.0006	105.12
CUARZO	2	0.001	0.001	0.001	80
CRETÁCICO	3	0.002	0.002	0.0007	28.91
NEÓGENO	9	0.001	0.001	0.0007	70.11

Tabla S 8.122. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	3	0.0002	0.0001	6.07E-05	28.54
A	3	0.0002	0.0003	1.54E-04	51.58
B	2	0.0002	0.0002	1.95E-04	78.52
C	1	0.0006	0.0006	-	-
D	3	0.001	0.002	1.02E-03	66.47
F	3	0.002	0.002	7.17E-04	28.91
G	1	0.001	0.001	-	-
H	3	0.001	0.001	2.94E-05	2.66
I	1	0.0009	0.0009	-	-
BN1GC	6	0.001	0.0007	8.49E-04	83.25

Tabla S 8.123. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	0.46	0.38	0.23	50.20
BN1GE	14	0.76	0.84	0.25	32.98
BN2GE	6	0.43	0.30	0.30	69.76

Tabla S 8.124. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	1	0.72	0.72	NA	NA
CUARCITA	11	0.72	0.79	0.30	41.96
CUARZO	2	0.75	0.75	0.14	19.31
CRETÁCICO	4	0.5	0.60	0.19	39.63
NEÓGENO	10	0.49	0.34	0.33	67.5

Tabla S 8.125. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	3	0.90	0.98	0.14	15.71
A	3	0.98	0.99	0.01	1.52
B	2	0.96	0.96	0.01	1.14
C	1	0.64	0.64	-	-
D	3	0.76	0.79	0.11	14.56
F	3	0.50	0.60	0.19	39.63
G	1	0.19	0.19	-	-
H	3	0.26	0.26	0.08	33.70
I	1	0.33	0.33	-	-
BN1GC	6	0.46	0.38	0.23	50.20

Tabla S 8.126. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	205.80	184.87	97.57	47.40
BN1GE	10	162.57	148.60	124.59	76.63

Tabla S 8.127. Volumen estimado (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	1	277.23	277.23	NA	NA
CUARCITA	10	220.94	230.85	95.08	43.03
CUARZO	1	54.85	54.85	NA	NA
CRETÁCICO	3	37.74	40.42	9.89	26.22

Tabla S 8.128. Volumen estimado (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	2	231.64	231.64	33.97	14.66
A	3	246.75	281.81	142.89	57.90
C	1	54.85	54.85	NA	NA
D	1	254.08	254.08	NA	NA
F	3	37.74	40.42	9.89	26.22
BN1GC	5	205.80	184.87	97.57	47.40

Tabla S 8.129. Volumen estimado (cm³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	33.59	30.83	12.23	36.41
BN1GE	10	35.74	28.13	21.58	60.38

Tabla S 8.130. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	1	30.83	30.83	NA	NA
CUARCITA	10	26.70	21.41	12.43	46.57
CUARZO	1	33.21	33.21	NA	NA
CRETÁCICO	3	64.76	64.74	4.87	7.52

Tabla S 8.131. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	2	14.95	14.95	1.65	11.08
A	3	20.25	19.11	2.43	12.00
C	1	33.21	33.21	NA	NA
D	1	39.25	39.25	NA	NA
F	3	64.76	64.74	4.87	7.52
BN1GC	5	33.59	30.83	12.23	36.41

Tabla S 8.132. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

		N	MEDIA	MEDIANA	SHAPIRO-WILK
ARENISCA	Espesor	71	8.91	5	4.30e-9
	Espesor plataforma	21	12.52	11	0.15
CUARCITA	Espesor	195	10.12	10.12	1.57e-14
	Espesor plataforma	78	11.38	9.5	3.77e-08
CUARZO	Espesor	31	9.61	7	0.009
	Espesor plataforma	12	9.41	7	0.31
S. CRETÁCICO	Espesor	91	7.20	5	1.80e-10
	Espesor plataforma	36	5.52	4.5	0.0004

Tabla S 8.133. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de TD10.3 empleadas en el cálculo VRM.

8.2.3 Gran Dolina TD10.2

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	86.09	67.10	56.86	66.05
BN1GE	24	48.02	29.15	43.94	91.5
BN2GE	37	33.19	22.14	33.69	101.51
BNE	3	39.29	39.15	10.34	26.3

Tabla S 8.134. Volumen remanente (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	0.59	0.18	0.62
BN1GE		-	0.62	0.69
BN2GE			-	0.62
BNE				-

Tabla S 8.135. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	0.18	0.05	0.6
BN1GE		-	0.38	0.43
BN2GE			-	0.11
BNE				-

Tabla S 8.136. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	93.4	88.55	35.63	38.14
BN1GE	24	58.03	57.6	14.58	25.12
BN2GE	37	56.26	52.37	17.44	30.99
BNE	3	60.8	56.49	11.93	19.62

Tabla S 8.137. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	0.25	0.25	0.80
BN1GE		-	1	1
BN2GE			-	1
BNE				-

Tabla S 8.138. Mann-Whitney (p) comparando longitud por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	0.24	0.12	0.6
BN1GE		-	0.90	0.92
BN2GE			-	0.48
BNE				-

Tabla S 8.139. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando longitud por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	65.26	56.76	17.53	26.87
BN1GE	24	48.23	46.14	13.47	27.94
BN2GE	37	45.44	42.11	14.84	32.66
BNE	3	47.84	46.59	2.46	5.15

Tabla S 8.140. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	0.42	0.27	0.42
BN1GE		-	1	1
BN2GE			-	1
BNE				-

Tabla S 8.141. Mann-Whitney (p) comparando anchura por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	0.08	0.04	0.1
BN1GE		-	0.69	0.43
BN2GE			-	0.17
BNE				-

Tabla S 8.142. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	31.11	31.18	1.28	4.13
BN1GE	24	35.91	34.99	12.66	35.26
BN2GE	37	28.35	26.12	11.75	41.45
BNE	3	35.01	30.51	7.88	22.51

Tabla S 8.143. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	1	1	1
BN1GE		-	0.14	1
BN2GE			-	0.79
BNE				-

Tabla S 8.144. Mann-Whitney (p) comparando espesor por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	0.33	0.09	1
BN1GE		-	0.05	0.53
BN2GE			-	0.09
BNE				-

Tabla S 8.145. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	108.56	108.56	58.63	54.00
CALIZA	1	41.14	41.14	NA	NA
CUARCITA	2	93.97	93.97	100.08	106.4
SÍLEX CRETÁCICO	20	24.75	16.64	16.86	68.12
SÍLEX NEÓGENO	42	43.23	28.12	39.02	90.27

Tabla S 8.146. Volumen remanente (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	1	0.08	0.47
CALIZA		-	1	1	1
CUARCITA			-	1	1
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.84
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.147. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.66	1	0.008	0.07
CALIZA		-	1	0.38	0.79
CUARCITA			-	0.47	0.65
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.19
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.148. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	109.88	109.88	30.17	27.45
CALIZA	1	60.45	60.45	NA	NA
CUARCITA	2	64.71	64.71	23.07	35.65
SÍLEX CRETÁCICO	20	52.49	52.18	12.08	23.02
SÍLEX NEÓGENO	42	58.99	59.57	17.26	29.25

Tabla S 8.149. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	1	0.23	0.08
CALIZA		-	1	1	1
CUARCITA			-	1	1
SÍLEX CRETÁCICO				-	1
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.150. Mann-Whitney (p) comparando longitud por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.66	0.33	0.05	0.01
CALIZA		-	1	0.57	0.97
CUARCITA			-	0.75	0.84
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.11
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.151. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando la longitud por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	71.09	71.09	20.27	28.51
CALIZA	1	53.59	53.59	NA	NA
CUARCITA	2	64.06	64.06	23.58	36.8
SÍLEX CRETÁCICO	20	42.39	41.03	10.64	25.09
SÍLEX NEÓGENO	42	47.77	45.8	14.40	30.16

Tabla S 8.152. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	1	0.35	0.72
CALIZA		-	1	1	1
CUARCITA			-	1	1
SÍLEX CRETÁCICO				-	1
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.153. Mann-Whitney (p) comparando anchura por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.66	1	0.05	0.12
CALIZA		-	1	0.38	0.61
CUARCITA			-	0.24	0.46
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.19
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.154. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	31.77	31.77	0.83	2.62
CALIZA	1	29.79	29.79	NA	NA
CUARCITA	2	43.41	43.41	21.8	50.21
SÍLEX CRETÁCICO	20	28.76	26.28	8.44	29.37
SÍLEX NEÓGENO	42	32.23	29.46	13.4	41.58

Tabla S 8.155. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	1	1	1
CALIZA		-	1	1	1
CUARCITA			-	1	1
SÍLEX CRETÁCICO				-	1
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.156. Mann-Whitney (p) comparando espesor por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.66	1	0.24	0.46
CALIZA		-	1	0.66	1
CUARCITA			-	0.38	0.60
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.45
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.157. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	47.53	59.37	27.51	57.88
BN1GE	24	82.54	92.92	21.94	26.59
BN2GE	36	96.58	100	7.57	7.84
BNE	2	96.07	96.07	5.54	5.77

Tabla S 8.158. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	63.25	63.25	5.49	8.68
CALIZA	1	16.07	16.07	NA	NA
CUARCITA	2	33.21	33.21	5.65	17.01
SÍLEX CRETÁCICO	20	89.38	93.32	10.96	12.26
SÍLEX NEÓGENO	40	94.90	100	12.77	13.45

Tabla S 8.159. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	10	76.15	87.85	26.55	34.86
A	3	68.46	69.83	30.58	44.67
B	2	100	100	0	0
C	2	90.07	90.07	14.03	15.58
D	4	99.47	100	1.05	1.06
F	2	82.71	82.71	6.99	8.45
H	28	96.30	100	7.37	7.65
I	7	95.27	100	8.07	8.47
OTROS	4	94.07	100	11.84	12.59
BN1GC	3	47.53	59.37	27.51	57.88

Tabla S 8.160. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	0.0009	0.0011	0.0005	60.68
BN1GE	23	0.0014	0.0013	0.0008	58.62
BN2GE	36	0.0015	0.0010	0.0015	99.26
BNE	3	0.0014	0.0011	0.0006	46.38

Tabla S 8.161. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	0.0012	0.0012	0.00010	8.85
CALIZA	1	0.0002	0.0002	NA	NA
CUARCITA	2	0.0007	0.0007	0.0007	107.52
SÍLEX CRETÁCICO	19	0.0015	0.0014	0.0008	52.59
SÍLEX NEÓGENO	41	0.0015	0.0010	0.0014	96.02

Tabla S 8.162. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	10	0.0004	0.0004	0.0002	63.03
A	3	0.0013	0.0012	0.0006	47.52
B	2	0.0013	0.0013	0.0005	40.37
C	2	0.0009	0.0009	6.8957	7.14
D	4	0.0012	0.0011	0.0007	63.97
F	2	0.0007	0.0007	0.0001	21.42
H	28	0.0021	0.0017	0.0016	76.01
I	8	0.0015	0.0012	0.0006	45.97
OTROS	3	0.0012	0.0013	0.0002	19.07
BN1GC	3	0.0009	0.0011	0.0005	60.68

Tabla S 8.163. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	0.48	0.29	0.44	92.83
BN1GE	22	0.54	0.55	0.22	41.10
BN2GE	28	0.51	0.50	0.22	44.39
BNE	2	0.48	0.48	0.41	85.15

Tabla S 8.164. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	0.22	0.22	0.09	41.92
CALIZA	1	0.99	0.99	NA	NA
CUARCITA	2	0.93	0.93	0.07	7.95
SÍLEX CRETÁCICO	16	0.52	0.51	0.22	42.64
SÍLEX NEÓGENO	34	0.50	0.52	0.21	42.89

Tabla S 8.165. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	6	0.77	0.82	0.25	33.42
A	2	0.77	0.77	0.15	20.29
B	1	0.90	0.90	NA	NA
C	2	0.49	0.49	0.01	2.68
D	4	0.62	0.59	0.27	44.82
F	2	0.68	0.68	0.11	16.24
H	25	0.38	0.34	0.16	41.81
I	7	0.61	0.62	0.14	23.36
OTROS	3	0.48	0.51	0.10	22.20
BN1GC	3	0.48	0.29	0.44	92.83

Tabla S 8.166. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	169.99	158.47	108.23	63.67
BN1GE	14	87.78	61.39	63.16	71.95

Tabla S 8.167. Volumen estimado (cm3) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	221	221	88.42	40
CUARCITA	1	67.97	67.97	NA	NA
CUARZO	2	136.85	136.85	119.59	87.38
CRETÁCICO	12	79.60	61.39	53.88	67.69

Tabla S 8.168. Volumen estimado (cm3) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	221.42	221.42	NA	NA
A	2	37.94	37.94	20.29	53.48
B	1	100.03	100.03	NA	NA
F	1	86.02	86.02	NA	NA
H	7	82.10	60.83	64.30	78.32
I	2	85.40	85.40	58.50	68.50
BN1GC	3	169.99	158.47	108.23	63.67

Tabla S 8.169. Volumen estimado (cm3) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	3	48.06	47.08	9.13	19
BN1GE	14	59.52	61.02	14.76	24.81

Tabla S 8.170. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	52.37	52.37	7.47	14.27
CUARCITA	1	39.46	39.46	NA	NA
CUARZO	2	40.60	40.60	21.23	52.28
CRETÁCICO	12	62.68	61.93	11.86	18.93

Tabla S 8.171. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	25.59	25.59	NA	NA
A	2	62.28	62.28	9.42	15.13
B	1	60.25	60.25	NA	NA
F	1	50.20	50.20	NA	NA
H	7	65.71	71.33	13.78	20.98
I	2	56.38	56.38	8.03	14.25
BN1GC	3	48.06	47.08	9.13	19

Tabla S 8.172. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

		N	MEDIA	MEDIANA	SHAPIRO-WILK
ARENISCA	Espesor	47	7.57	5	2.90e-8
	Espesor plataforma	16	10.31	8	
CALIZA	Espesor	4	17	11	1.39-e1
	Espesor plataforma	2	18	18.5	
CUARCITA	Espesor	99	8.78	7	4.28-e13
	Espesor plataforma	40	11.1	8	
CUARZO	Espesor	34	6.38	5	2.24e-13
	Espesor plataforma	12	10.58	7.5	
OTRAS ROCAS	Espesor	3	4.66	5	7.8e-1
	Espesor plataforma	-	-	-	-
S. CRETÁCICO	Espesor	2420	4.66	3	2.23e-76
	Espesor plataforma	544	6.24	5	

Tabla S 8.173. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de TD10.2 empleadas en el cálculo VRM.

8.2.4 Gran Dolina TD10.1

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	3	129.60	54.87	142.57	110.00
BN1GC	9	85.97	92.11	64.67	75.22
BN1GE	111	90.60	29.21	354.18	390.91
BN2GE	109	32.83	24.76	28.28	86.15

Tabla S 8.174. Volumen remanente (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	0.1	0.04	1
BN1GE		-	1	0.21
BN2GE			-	0.11
BN1G				-

Tabla S 8.175. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	0.02	0.004	0.96
BN1GE		-	0.5	0.08
BN2GE			-	0.03
BN1G				-

Tabla S 8.176. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	3	100.70	70.26	60.07	59.65
BN1GC	8	77.55	79.34	18.38	23.71
BN1GE	111	59.36	52.17	31.12	52.42
BN2GE	110	58.09	56.155	15.46	26.61

Tabla S 8.177. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	0.03	0.02	1
BN1GE		-	0.42	0.27
BN2GE			-	0.27
BN1G				-

Tabla S 8.178. Mann-Whitney (p) comparando longitud por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	0.01	0.005	0.7
BN1GE		-	0.11	0.92
BN2GE			-	0.16
BN1G				-

Tabla S 8.179. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando longitud por categoría.

	N	MEDIA	MEDIAN	SD	CV
BN1G	3	66.16	67.48	18.78	28.38
BN1GC	8	56.48	62.6	17.11	30.29
BN1GE	111	46.24	42.3	24.43	52.83
BN2GE	110	46.57	44.62	13.21	28.37

Tabla S 8.180. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	0.29	0.29	0.63
BN1GE		-	0.29	0.29
BN2GE			-	0.29
BN1G				-

Tabla S 8.181. Mann-Whitney (p) comparando anchura por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	0.03	0.03	0.92
BN1GE		-	0.04	0.23
BN2GE			-	0.22
BN1G				-

Tabla S 8.182. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	3	32.19	28.55	6.73	20.93
BN1GC	8	31.98	31.595	7.71	24.13
BN1GE	111	33.78	29.22	20.37	60.29
BN2GE	109	27.59	27.05	7.92	28.71

Tabla S 8.183. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	1	0.57	1
BN1GE		-	0.14	1
BN2GE			-	1
BN1G				-

Tabla S 8.184. Mann-Whitney (p) comparando espesor por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	0.72	0.52	0.83
BN1GE		-	0.04	0.54
BN2GE			-	0.35
BN1G				-

Tabla S 8.185. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	34	49.59	35.66	41.10	82.88
CALIZA	1	294.00	294.00	NA	NA
CUARCITA	48	44.87	33.13	38.99	86.90
CUARZO	2	15.19	15.19	3.29	21.69
S. CRETÁCICO	24	17.93	8.41	34.39	191.77
S. NEÓGENO	121	83.74	27.00	339.42	405.31
SÍLEX	2	35.43	35.43	6.36	17.96

Tabla S 8.186. Volumen remanente (cm3) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO	SÍLEX
ARENISCA	-	0.8	1	0.32	<0.001	0.29	1
CALIZA		-	0.61	1	1	1	1
CUARCITA			-	1	<0.001	1	1
CUARZO				-	1	1	1
SÍLEX CRETÁCICO					-	<0.001	0.39
SÍLEX NEÓGENO						-	1
SÍLEX							-

Tabla S 8.187. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO	SÍLEX
ARENISCA	-	0.05	0.16	0.01	<0.001	0.01	0.84
CALIZA		-	0.04	0.6	0.08	0.06	0.66
CUARCITA			-	0.17	<0.001	0.42	0.64
CUARZO				-	0.17	0.17	0.33
SÍLEX CRETÁCICO					-	<0.001	0.01
SÍLEX NEÓGENO						-	0.38
SÍLEX							-

Tabla S 8.188. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	33	64.79	60.43	14.41	22.24
CALIZA	1	169.91	169.91	NA	NA
CUARCITA	49	61.78	60.21	15.71	25.42
CUARZO	2	47.31	47.315	0.96	2.047
S. CRETÁCICO	24	43.26	40.12	16.87	39.00
S. NEÓGENO	121	60.45	55.41	29.57	48.92
SÍLEX	2	59.82	59.82	2.99	5.01

Tabla S 8.189. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO	SÍLEX
ARENISCA	-	0.94	1	0.91	<0.001	0.21	1
CALIZA		-	1	1	1	1	1
CUARCITA			-	1	<0.001	1	1
CUARZO				-	1	1	1
SÍLEX CRETÁCICO					-	<0.001	1
SÍLEX NEÓGENO						-	1
SÍLEX							-

Tabla S 8.190. Mann-Whitney (p) comparando longitud por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO	SÍLEX
ARENISCA	-	0.05	0.43	0.03	<0.001	0.02	0.71
CALIZA		-	0.28	0.66	0.08	0.29	0.66
CUARCITA			-	0.25	<0.001	0.17	0.83
CUARZO				-	0.17	0.37	0.33
SÍLEX CRETÁCICO					-	<0.001	0.06
SÍLEX NEÓGENO						-	0.54
SÍLEX							-

Tabla S 8.191. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando la longitud por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	33	50.16	50.91	10.27	20.47
CALIZA	1	84.26	84.26	NA	NA
CUARCITA	49	48.96	45.15	12.68	25.90
CUARZO	2	30.45	30.455	7.55	24.82
S. CRETÁCICO	24	30.93	28.625	9.01	29.14
S. NEÓGENO	121	48.54	43.47	23.69	48.80
SÍLEX	2	45.11	45.11	2.33	5.17

Tabla S 8.192. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO	SÍLEX
ARENISCA	-	0.88	1	0.36	<0.001	0.78	1
CALIZA		-	1	1	1	1	1
CUARCITA			-	0.79	<0.001	1	1
CUARZO				-	1	0.96	1
SÍLEX CRETÁCICO					-	<0.001	0.88
SÍLEX NEÓGENO						-	1
SÍLEX							-

Tabla S 8.193. Mann-Whitney (p) comparando anchura por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO	SÍLEX
ARENISCA	-	0.05	0.25	0.02	<0.001	0.02	0.35
CALIZA		-	0.28	0.66	0.29	0.32	0.66
CUARCITA			-	0.13	<0.001	0.04	0.79
CUARZO				-	0.98	0.17	0.33
SÍLEX CRETÁCICO					-	<0.001	0.08
SÍLEX NEÓGENO						-	0.71
SÍLEX							-

Tabla S 8.194. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	33	31.93	32.56	7.80	24.44
CALIZA	1	39.97	39.97	NA	NA
CUARCITA	48	30.20	28.33	9.71	32.14
CUARZO	2	21.76	21.76	2.58	11.89
S. CRETÁCICO	24	23.52	20.82	8.76	37.25
S. NEÓGENO	121	32.28	29	19.36	59.97
SÍLEX	2	25.65	25.65	3.40	13.28

Tabla S 8.195. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO	SÍLEX
ARENISCA	-	1	1	0.72	<0.001	1	1
CALIZA		-	1	1	1	1	1
CUARCITA			-	1	0.009	1	1
CUARZO				-	1	1	1
SÍLEX CRETÁCICO					-	0.003	1
SÍLEX NEÓGENO						-	1
SÍLEX							-

Tabla S 8.196. Mann-Whitney (p) comparando espesor por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO	SÍLEX
ARENISCA	-	0.29	0.13	0.05	0.001	0.19	0.30
CALIZA		-	0.32	0.66	0.34	0.46	0.66
CUARCITA			-	0.14	0.002	0.79	0.56
CUARZO				-	0.9	0.23	1
SÍLEX CRETÁCICO					-	<0.001	0.55
SÍLEX NEÓGENO						-	0.6
SÍLEX							-

Tabla S 8.197. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	2	94.59	94.59	7.63	8.07
BN1GC	8	49.61	49.32	26.22	52.86
BN1GE	102	79.89	84.78	21.83	27.32
BN2GE	104	92.27	100	12.35	13.39

Tabla S 8.198. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	31	79.53	83.61	20.51	25.78
CUARCITA	48	71.79	75.99	25.52	35.54
CUARZO	2	69.26	69.26	13.32	19.23
S. CRETÁCICO	24	84.88	89.64	18.51	21.80
S. NEÓGENO	109	92.24	100	13.63	14.77
SÍLEX	2	94.59	94.59	7.63	8.07

Tabla S 8.199. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	21	76.63	86.22	27.80	36.28
A	4	36.91	34.74	11.45	31.02
C	4	45.34	48.96	13.89	30.63
D	11	81.80	89.07	21.35	26.10
F	12	66.28	68.48	17.50	26.40
G	17	89.92	100	14.73	16.38
H	119	92.47	100	10.40	11.25
I	18	87.72	92.40	13.06	14.89
BN1GC	10	58.61	64.55	30.02	51.22

Tabla S 8.200. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	7	0.001	0.00085	0.0008	78.75
BN1GE	101	0.002	0.0018	0.0015	74.62
BN2GE	102	0.0017	0.0014	0.0011	65.22

Tabla S 8.201. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	31	0.0018	0.0019	0.0008	45.80
CUARCITA	47	0.0016	0.0014	0.0012	74.89
CUARZO	2	0.0031	0.0031	0.0018	59.12
S. CRETÁCICO	24	0.0031	0.0026	0.0021	68.80
S. NEÓGENO	105	0.0017	0.0014	0.0012	69.96
SÍLEX	1	0.0020	0.0020	NA	NA

Tabla S 8.202. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	21	0.0005	0.0004	0.0004	78.33
A	4	0.0006	0.0007	0.0002	38.00
C	4	0.0012	0.00106	0.0006	49.85
D	11	0.0014	0.0013	0.0005	40.58
F	12	0.0016	0.0011	0.0017	104.89
G	17	0.0018	0.0016	0.0013	72.21
H	116	0.0022	0.0020	0.0013	61.13
I	18	0.0023	0.0019	0.0013	56.59
BN1GC	7	0.0010	0.0008	0.0008	78.75

Tabla S 8.203. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	0.82	0.92	0.22	27.61
BN1GE	98	0.44	0.40	0.25	56.27
BN2GE	101	0.46	0.41	0.23	50.52

Tabla S 8.204. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	29	0.44	0.37	0.27	61.68
CUARCITA	47	0.53	0.48	0.28	53.62
CUARZO	2	0.60	0.60	0.39	65.16
S. CRETÁCICO	23	0.48	0.49	0.20	41.81
S. NEÓGENO	103	0.43	0.37	0.22	52.67
SÍLEX	1	0.47	0.47	NA	NA

Tabla S 8.205. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	21	0.75	0.78	0.24	31.94
A	4	0.97	0.98	0.01	1.42
C	4	0.63	0.72	0.17	28.07
D	11	0.68	0.75	0.18	26.81
F	12	0.67	0.69	0.13	20.73
G	17	0.40	0.36	0.16	40.75
H	113	0.34	0.32	0.16	48.85
I	17	0.38	0.42	0.15	39.08
BN1GC	6	0.82	0.92	0.22	27.61

Tabla S 8.206. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	7	132.48	143.37	58.21	43.93
BN1GE	60	109.998	99.99	76.00	69.09

Tabla S 8.207. Volumen estimado (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	20	140.89	117.97	80.52	57.15
CUARCITA	27	134.56	125.25	64.33	47.80
CUARZO	2	58.81	58.81	8.15	13.87
S. CRETÁCICO	18	53.25	40.21	45.53	85.49

Tabla S 8.208. Volumen estimado (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	4	107.22	101.39	72.18	67.31
A	4	118.07	116.05	61.15	51.79
C	4	73.80	72.30	37.05	50.20
D	2	72.78	72.78	27.92	38.35
F	7	77.35	37.20	78.69	101.74
G	5	124.66	58.47	117.90	94.57
H	31	126.55	107.07	77.62	61.33
I	3	56.67	72.90	29.11	51.37
BN1GC	7	132.48	143.37	58.21	43.93

Tabla S 8.209. Volumen estimado (cm³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	7	46.84	42.33	20.48	43.72
BN1GE	60	63.53	69.42	20.40	32.11

Tabla S 8.210. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	20	61.27	68.93	19.67	32.11
CUARCITA	27	57.23	61.39	23.4	40.89
CUARZO	2	74.29	74.29	2.04	2.74
S. CRETÁCICO	18	67.79	72.20	18.29	26.99

Tabla S 8.211. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	4	39.15	26.29	31.55	80.60
A	4	31.49	31.24	15.79	50.13
C	4	45.61	41.97	13.50	29.60
D	2	68.91	68.91	9.65	14.00
F	7	44.10	48.37	18.87	42.78
G	5	66.10	66.07	12.44	18.82
H	31	75.31	74.52	7.99	10.61
I	3	78.28	77.87	5.47	6.99
BN1GC	7	46.84	42.33	20.48	43.72

Tabla S 8.212. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

		N	MEDIA	MEDIANA	SHAPIRO-WILK
ARENISCA	Espesor	2599	5.49	4	8.11e-51
	Espesor plataforma	678	10.97	9	1.50e-28
CALIZA	Espesor	14	12	9	1.28e-1
	Espesor plataforma	11	13.54	10	3.03e-2
CUARCITA	Espesor	3286	6.55	5	7e-52
	Espesor plataforma	1116	12.03	10	3.66e-32
CUARZO	Espesor	583	6.04	4	2.96e-24
	Espesor plataforma	123	11.37	10	4.15e-5
S. CRETÁCICO	Espesor	1269	5.19	4	2.50e-35
	Espesor plataforma	331	7.29	6	1.11e-14

Tabla S 8.213. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de TD10.1 empleadas en el cálculo VRM.

8.3 Galería

8.3.1 GIa

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	11	138.11	99.23	93.89	67.98
BN1GE	4	59.13	18.82	87.61	148.17
BN2GE	4	57.87	57.79	34.16	59.02

Tabla S 8.214. Volumen remanente (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.17	0.21
BN1GE		-	0.49
BN2GE			-

Tabla S 8.215. Mann-Whitney comparando el volumen por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.03	0.27
BN1GE		-	0.77
BN2GE			-

Tabla S 8.216. Kolmogorov-Smirnov comparando el volumen por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	11	108.79	106.49	21.70	19.94
BN1GE	4	57.38	52.88	25.68	44.76
BN2GE	4	80.01	86.26	18.61	23.26

Tabla S 8.217. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.03	0.07
BN1GE		-	0.34
BN2GE			-

Tabla S 8.218. Mann-Whitney comparando longitud por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.03	0.06
BN1GE		-	0.77
BN2GE			-

Tabla S 8.219. Kolmogorov-Smirnov comparando longitud por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	11	69.76	64.47	19.83	28.42
BN1GE	4	43.59	37.20	18.71	42.93
BN2GE	4	51.34	55.01	13.25	25.82

Tabla S 8.220. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.17	0.21
BN1GE		-	0.69
BN2GE			-

Tabla S 8.221. Mann-Whitney comparando anchura por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.03	0.14
BN1GE		-	0.34
BN2GE			-

Tabla S 8.222. Kolmogorov-Smirnov comparando anchura por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	11	39.21	36.8	11.93	30.44
BN1GE	4	34.46	29.68	14.43	41.90
BN2GE	4	34.77	35.35	6.42	18.46

Tabla S 8.223. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	1	1
BN1GE		-	1
BN2GE			-

Tabla S 8.224. Mann-Whitney comparando espesor por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.40	0.74
BN1GE		-	0.77
BN2GE			-

Tabla S 8.225. Kolmogorov-Smirnov comparando espesor por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	3	57.99	58.77	8.30	14.32
CALIZA	1	90.98	90.98	-	-
CUARCITA	7	198.83	199.19	77.66	39.06
SÍLEX CRETÁCICO	3	15.39	16.80	6.26	40.71
SÍLEX NEÓGENO	5	56.85	52.81	29.67	52.18

Tabla S 8.226. Volumen remanente (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	0.15	0.6	1
CALIZA		-	1	1	1
CUARCITA			-	0.15	0.02
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.5
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.227. Mann-Whitney comparando volumen por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.5	0.01	0.1	0.85
CALIZA		-	0.25	0.5	0.66
CUARCITA			-	0.01	0.002
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.14
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.228. Kolmogorov-Smirnov comparando volumen por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	3	100.29	100.19	9.73	9.70
CALIZA	1	98.67	98.67	-	-
CUARCITA	7	115.10	113.78	24.41	21.21
SÍLEX CRETÁCICO	3	45.65	49.98	12.85	28.15
SÍLEX NEÓGENO	5	80.82	84.09	16.22	20.07

Tabla S 8.229. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	1	0.6	0.57
CALIZA		-	1	1	1
CUARCITA			-	0.17	0.43
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.57
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.230. Mann-Whitney comparando longitud por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	0.4	0.1	0.14
CALIZA		-	0.75	0.5	0.33
CUARCITA			-	0.01	0.06
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.14
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.231. Kolmogorov-Smirnov comparando longitud por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	3	55.36	52.12	7.10	12.84
CALIZA	1	55.51	55.51	-	-
CUARCITA	7	81.55	82.03	15.66	19.21
SÍLEX CRETÁCICO	3	34.44	36.79	4.79	13.91
SÍLEX NEÓGENO	5	50.28	49.91	11.72	23.32

Tabla S 8.232. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	0.15	0.7	1
CALIZA		-	1	1	1
CUARCITA			-	0.15	0.02
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.85
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.233. Mann-Whitney comparando anchura por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	0.01	0.1	0.46
CALIZA		-	0.25	0.5	1
CUARCITA			-	0.01	0.06
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.14
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.234. Kolmogorov-Smirnov comparando anchura por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	3	30.66	26.19	15.92	51.93
CALIZA	1	31.25	31.25	-	-
CUARCITA	7	46.71	47.46	8.96	19.18
SÍLEX CRETÁCICO	3	27.61	25.36	5.61	20.31
SÍLEX NEÓGENO	5	35.05	36.20	5.59	15.96

Tabla S 8.235. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	1	1	1
CALIZA		-	1	1	1
CUARCITA			-	0.17	0.43
SÍLEX CRETÁCICO				-	1
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.236. Mann-Whitney comparando espesor por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	0.25	1	0.28
CALIZA		-	0.25	1	0.66
CUARCITA			-	0.01	0.16
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.28
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.237. Kolmogorov-Smirnov comparando espesor por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	11	39.61	38.26	15.55	39.25
BN1GE	4	54.28	54.98	24.52	45.16
BN2GE	4	89.18	100	21.62	24.24

Tabla S 8.238. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	3	45.53	36.54	18.66	40.98
CALIZA	1	30.12	30.12	-	-
CUARCITA	7	35.5	38.26	14.88	41.91
SÍLEX CRETÁCICO	3	61.94	75.09	23.45	37.86
SÍLEX NEÓGENO	5	81.71	100	25.10	30.71

Tabla S 8.239. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A	1	31.31	31.31	-	-
B	2	100	100	-	-
C	1	34.86	34.86	-	-
F	1	56.75	56.75	-	-
G	1	75.87	75.87	-	-
H	1	100	100	-	-
I	1	75.09	75.09	-	-
BN1GC	11	39.61	38.26	15.55	39.25

Tabla S 8.240. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	11	0.59	0.56	0.30	50.39
BN1GE	4	0.55	0.46	0.31	56.26
BN2GE	4	0.72	0.82	0.31	44.24

Tabla S 8.241. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	3	0.44	0.52	0.18	41.27
CALIZA	1	0.22	0.22	-	-
CUARCITA	7	0.75	0.94	0.31	41.67
SÍLEX CRETÁCICO	3	0.41	0.32	0.16	40.31
SÍLEX NEÓGENO	5	0.72	0.73	0.27	38.31

Tabla S 8.242. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A	1	0.98	0.98	NA	NA
B	2	0.94	0.94	0.04	5.02
C	1	0.31	0.31	NA	NA
F	1	0.73	0.73	NA	NA
G	1	0.32	0.32	NA	NA
H	1	0.26	0.26	NA	NA
I	1	0.61	0.61	NA	NA
BN1GC	11	0.59	0.56	0.3	50.39

Tabla S 8.243 Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	11	0.0007	0.0007	0.0005	68.53
BN1GE	4	0.0009	0.001	0.0004	47.93
BN2GE	4	0.0009	0.0007	0.0005	54.76

Tabla S 8.244. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	3	0.001	0.001	0.0005	42.15
CALIZA	1	0.007	0.007	-	-
CUARCITA	7	0.0004	0.0002	0.0003	75.97
SÍLEX CRETÁCICO	3	0.001	0.001	0.0003	26.82
SÍLEX NEÓGENO	5	0.0009	0.0009	0.0004	46.49

Tabla S 8.245. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

ESTRUCTURA	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A	1	0.0003	0.0003	NA	NA
B	2	0.0011	0.0011	0.0007	65.50
C	1	0.0009	0.0009	NA	NA
F	1	0.0005	0.0005	NA	NA
G	1	0.001	0.001	NA	NA
H	1	0.0009	0.0009	NA	NA
I	1	0.0015	0.0015	NA	NA
BN1GC	11	0.0007	0.0007	0.0005	68.53

Tabla S 8.246. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	10	247.57	232.86	155.86	62.95
BN1GE	4	87.11	45.64	94.59	108.58

Tabla S 8.247. Volumen estimado (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	3	129.12	100.59	89.37	69.21
CALIZA	1	109.69	109.69	-	-
CUARCITA	7	315.27	311.97	135.30	42.91
SÍLEX CRETÁCICO	3	40.07	38.51	12.00	29.97

Tabla S 8.248. Volumen estimado (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

ESTRUCTURA	N	MEDIA	MEDIAN	SD	CV
A	1	228.24	228.24	NA	NA
C	1	38.51	38.51	NA	NA
G	1	52.78	52.78	NA	NA
I	1	28.91	28.91	NA	NA
BN1GC	10	247.57	232.86	155.85	62.95

Tabla S 8.249. Volumen estimado (cm³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	10	34.88	32.60	22.93	65.73
BN1GE	4	50.98	58.43	23.66	46.41

Tabla S 8.250. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	3	41.02	34.50	30.60	74.58
CALIZA	1	17.05	17.05	-	-
CUARCITA	7	32.19	30.70	21.26	66.05
SÍLEX CRETÁCICO	3	62.44	60.50	7.23	11.58

Tabla S 8.251. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A	1	16.60	16.60	NA	NA
C	1	56.36	56.36	NA	NA
G	1	60.50	60.50	NA	NA
I	1	70.44	70.44	NA	NA
BN1GC	10	34.88	32.60	22.93	65.73

Tabla S 8.252. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

		N	MEDIA	MEDIANA	SHAPIRO-WILK
ARENISCA	Espesor	15	6.73	4	9.07 E-04
	Espesor plataforma	1	7	7	-
CALIZA	Espesor	1	7	7	-
	Espesor plataforma	-	-	-	-
CUARCITA	Espesor	33	8.63	8	8.03 E-02
	Espesor plataforma	10	10	9.5	0.86
CUARZO	Espesor	1	9	9	-
	Espesor plataforma	-	-	-	-
S. CRETÁCICO	Espesor	13	8.46	6	4.70 E-02
	Espesor plataforma	3	6.66	8	0.46

Tabla S 8.253 Estadística descriptiva del conjunto de lascas de GIIa empleadas en el cálculo VRM.

8.3.2 GI**b**

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	105.43	105.43	NA	NA
BN1GC	7	188.02	209.48	103.23	54.90
BN1GE	4	77.68	70.55	55.82	71.86
BN2GE	6	97.86	53.63	97.37	99.49

Tabla S 8.254. Volumen remanente (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	0.65	0.9	1
BN1GE		-	1	1
BN2GE			-	1
BN1G				-

Tabla S 8.255. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	0.12	0.21	0.5
BN1GE		-	0.92	1
BN2GE			-	0.85
BN1G				-

Tabla S 8.256. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	80.04	80.04	NA	NA
BN1GC	7	113.58	132.2	34.63	30.49
BN1GE	4	66.96	68.34	14.11	21.08
BN2GE	6	78.44	75.27	27.77	35.40

Tabla S 8.257. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	0.15	0.51	1
BN1GE		-	1	1
BN2GE			-	1
BN1G				-

Tabla S 8.258. Mann-Whitney (p) comparando longitud por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	0.03	0.14	0.5
BN1GE		-	0.92	0.4
BN2GE			-	0.85
BN1G				-

Tabla S 8.259. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando longitud por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	65.22	65.22	NA	NA
BN1GC	7	72.91	74.81	15.37	21.08
BN1GE	4	58.61	58.55	15.77	26.91
BN2GE	6	63.05	57.82	20.34	32.27

Tabla S 8.260. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	1	1	1
BN1GE		-	1	1
BN2GE			-	1
BN1G				-

Tabla S 8.261. Mann-Whitney (p) comparando anchura por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	0.53	0.62	0.75
BN1GE		-	0.92	1
BN2GE			-	0.85
BN1G				-

Tabla S 8.262. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	39.48	39.48	NA	NA
BN1GC	7	46.54	43.73	16.14	34.68
BN1GE	4	40.88	40.29	10.88	26.62
BN2GE	6	34.53	32.62	10.37	30.05

Tabla S 8.263. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	1	1	1
BN1GE		-	1	1
BN2GE			-	1
BN1G				-

Tabla S 8.264. Mann-Whitney (p) comparando espesor por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BN1G
BN1GC	-	0.66	0.27	0.75
BN1GE		-	0.55	1
BN2GE			-	0.85
BN1G				-

Tabla S 8.265. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	7	135.95	112.92	68.32	50.25
CUARCITA	6	162.91	145.10	114.84	70.48
S. CRETÁCICO	2	30.47	30.47	0.72	2.37
S. NEÓGENO	3	109.78	45.79	141.90	129.25

Tabla S 8.266. Volumen remanente (cm3) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	1	1
CUARCITA		-	0.43	1
SÍLEX CRETÁCICO			-	1
SÍLEX NEÓGENO				-

Tabla S 8.267. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por materia prima.

	ARENISCA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.96	0.16	0.53
CUARCITA		-	0.07	0.33
SÍLEX CRETÁCICO			-	0.6
SÍLEX NEÓGENO				-

Tabla S 8.268. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	7	102.26	90.76	32.51	31.79
CUARCITA	6	96.83	82.43	30.74	31.75
S. CRETÁCICO	2	54.925	54.925	4.24	7.73
S. NEÓGENO	3	68.98	69.31	34.35	49.79

Tabla S 8.269. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	0.33	1
CUARCITA		-	0.36	1
SÍLEX CRETÁCICO			-	1
SÍLEX NEÓGENO				-

Tabla S 8.270. Mann-Whitney (p) comparando longitud por materia prima.

	ARENISCA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.7	0.05	0.53
CUARCITA		-	0.07	0.33
SÍLEX CRETÁCICO			-	0.6
SÍLEX NEÓGENO				-

Tabla S 8.271. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando la longitud por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	7	67.70	74.42	10.74	15.86
CUARCITA	6	73.60	74.54	15.20	20.65
S. CRETÁCICO	2	45.44	45.44	5.06	11.15
S. NEÓGENO	3	60.63	56.25	28.87	47.62

Tabla S 8.272. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	0.56	1
CUARCITA		-	0.43	1
SÍLEX CRETÁCICO			-	1
SÍLEX NEÓGENO				-

Tabla S 8.273. Mann-Whitney (p) comparando anchura por materia prima.

	ARENISCA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.33	0.16	0.53
CUARCITA		-	0.07	0.67
SÍLEX CRETÁCICO			-	0.6
SÍLEX NEÓGENO				-

Tabla S 8.274. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	7	40.86	39.75	11.28	27.61
CUARCITA	6	48.64	49.83	14.31	29.42
S. CRETÁCICO	2	31.65	31.65	1.77	5.60
S. NEÓGENO	3	31.60	29.55	13.14	41.58

Tabla S 8.275. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	0.89	1
CUARCITA		-	0.71	0.57
SÍLEX CRETÁCICO			-	1
SÍLEX NEÓGENO				-

Tabla S 8.276. Mann-Whitney (p) comparando espesor por materia prima.

	ARENISCA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.62	0.16	0.53
CUARCITA		-	0.21	0.33
SÍLEX CRETÁCICO			-	0.6
SÍLEX NEÓGENO				-

Tabla S 8.277. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	5.97	5.97	NA	NA
BN1GC	7	36.12	36.44	16.26	45.01
BN1GE	4	50.88	54.16	12.26	24.11
BN2GE	6	83.47	86.80	15.47	18.53

Tabla S 8.278. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	7	30.56	36.44	15.97	52.26
CUARCITA	6	61.89	61.47	27.63	44.65
S. CRETÁCICO	2	60.07	60.07	1.29	2.16
S. NEÓGENO	3	85.94	82.52	12.69	14.76

Tabla S 8.279. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	34.21	34.21	NA	NA
D	1	49.18	49.18	NA	NA
F	2	80.49	80.49	27.58	34.26
H	5	80.17	82.52	14.74	18.39
I	1	59.15	59.15	NA	NA
BN1GC	8	32.35	32.53	18.44	57.01

Tabla S 8.280. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	0.00008	0.00008	NA	NA
BN1GC	7	0.00033	0.00032	0.00007	22.34
BN1GE	4	0.00060	0.00072	0.00028	46.60
BN2GE	6	0.00126	0.00102	0.00099	78.18

Tabla S 8.281. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	7	0.00036	0.00035	0.00017	48.11
CUARCITA	6	0.00053	0.00035	0.00042	80.87
S. CRETÁCICO	2	0.00078	0.00078	0.00001	1.70
S. NEÓGENO	3	0.00171	0.00239	0.00128	74.99

Tabla S 8.282. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	0.00019	0.00019	NA	NA
D	1	0.00066	0.00066	NA	NA
F	2	0.00050	0.00050	0.0003	76.53
H	5	0.00147	0.00131	0.0009	64.54
I	1	0.00079	0.00079	NA	NA
BN1GC	8	0.00030	0.00031	0.0001	37.45

Tabla S 8.283. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	7	0.66	0.69	0.34	51.43
BN1GE	4	0.72	0.73	0.22	30.27
BN2GE	6	0.34	0.30	0.22	64.13

Tabla S 8.284. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIAN	SD	CV
ARENISCA	6	0.70	0.67	0.25	36.52
CUARCITA	6	0.56	0.53	0.37	66.60
S. CRETÁCICO	2	0.63	0.63	0.23	37.11
S. NEÓGENO	3	0.27	0.21	0.22	82.01

Tabla S 8.285. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	0.99	0.99	NA	NA
D	1	0.66	0.66	NA	NA
F	2	0.33	0.33	0.18	53.32
H	5	0.37	0.39	0.23	63.44
I	1	0.79	0.79	NA	NA
BN1GC	7	0.66	0.69	0.34	51.43

Tabla S 8.286. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	107.91	107.91	NA	NA
BN1GC	7	319.80	309.16	212.87	66.56
BN1GE	4	133.17	112.22	99.30	74.57

Tabla S 8.287. Volumen estimado (cm3) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	7	227.94	256.22	139.41	61.16
CUARCITA	3	392.19	309.16	276.09	70.39
S. CRETÁCICO	2	53.50	53.50	5.37	10.04

Tabla S 8.288. Volumen estimado (cm3) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	167.13	167.13	NA	NA
D	1	258.52	258.52	NA	NA
F	1	57.31	57.31	NA	NA
I	1	49.70	49.70	NA	NA
BN1GC	8	293.32	282.69	210.84	71.88

Tabla S 8.289. Volumen estimado (cm³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1G	1	2.29	2.29	NA	NA
BN1GC	7	34.18	37.75	14.22	41.60
BN1GE	4	39.80	42.68	17.53	44.06

Tabla S 8.290. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	7	31.72	37.75	20.28	63.94
CUARCITA	3	31.12	27.93	16.50	53.03
S. CRETÁCICO	2	42.68	42.68	7.11	16.66

Tabla S 8.291. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	16.44	16.44	NA	NA
D	1	57.40	57.40	NA	NA
F	1	47.71	47.71	NA	NA
I	1	37.65	37.65	NA	NA
BN1GC	8	30.19	32.84	17.33	57.40

Tabla S 8.292. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

		N	MEDIA	MEDIANA	SHAPIRO-WILK
ARENISCA	Espesor	23	8.34	7	3.80 E-02
	Espesor plataforma	5	12.4	12	0.37
CALIZA	Espesor	14	20.42	11.5	4.26 E-06
	Espesor plataforma	3	18.66	24	0.17
CUARCITA	Espesor	35	10.54	10	3.39 E-01
	Espesor plataforma	9	8.44	7	0.63
CUARZO	Espesor	10	7.10	6	3.16 E-01
	Espesor plataforma	1	17	17	-
ESQUISTO	Espesor	2	3	3	-
	Espesor plataforma	-	-	-	-
S. CRETÁCICO	Espesor	29	5.62	4	1.67E-06
	Espesor plataforma	6	5.16	4	0.0003

Tabla S 8.293. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de GIlb empleadas en el cálculo VRM

8.3.3 GIIIa

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	60.35	57.76	12.26	20.32
BN1GE	15	211.53	72.83	456.34	215.72
BN2GE	9	37.72	28.89	20.48	54.29

Tabla S 8.294. Volumen remanente (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.59	0.09
BN1GE		-	0.05
BN2GE			-

Tabla S 8.295. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.41	0.06
BN1GE		-	0.04
BN2GE			-

Tabla S 8.296. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	78.85	75.5	11.31	14.35
BN1GE	15	83.342	73.57	34.84	41.81
BN2GE	9	56.97	53.5	10.02	17.58

Tabla S 8.297. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.79	0.01
BN1GE		-	0.01
BN2GE			-

Tabla S 8.298. Mann-Whitney (p) comparando longitud por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.66	0.01
BN1GE		-	0.02
BN2GE			-

Tabla S 8.299. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando longitud por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	57.40	55.45	7.88	13.74
BN1GE	15	69.67	60	33.76	48.45
BN2GE	9	45.58	47.41	6.02	13.20

Tabla S 8.300. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.62	0.01
BN1GE		-	0.02
BN2GE			-

Tabla S 8.301. Mann-Whitney (p) comparando anchura por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.51	0.01
BN1GE		-	0.007
BN2GE			-

Tabla S 8.302. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	29.94	28.98	9.52	31.81
BN1GE	15	47.71	38.85	27.71	58.09
BN2GE	9	32.09	33.2	9.44	29.44

Tabla S 8.303. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.07	0.69
BN1GE		-	0.07
BN2GE			-

Tabla S 8.304. Mann-Whitney (p) comparando espesor por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE
BN1GC	-	0.04	0.77
BN1GE		-	0.07
BN2GE			-

Tabla S 8.305. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	64.98	60.99	11.37	17.51
CUARCITA	10	117.83	81.93	84.98	72.12
CUARZO	1	52.78	52.78	NA	NA
S. CRETÁCICO	4	23.07	23.44	6.49	28.15
S. NEÓGENO	11	208.29	45.31	540.55	259.50

Tabla S 8.306. Volumen remanente (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA		1	1	0.23	1
CUARCITA			1	0.14	0.5
CUARZO			-	1	1
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.16
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.307. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por materia prima.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA		0.25	0.4	0.02	0.14
CUARCITA			0.54	0.009	0.07
CUARZO			-	0.4	0.83
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.06
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.308. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	82.12	81.03	12.67	15.43
CUARCITA	10	82.75	75.88	21.68	26.20
CUARZO	1	67.39	67.39	NA	NA
S. CRETÁCICO	4	49.47	49.71	5.48	11.08
S. NEÓGENO	11	74.05	61.9	37.70	50.91

Tabla S 8.309. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA		1	1	0.26	0.69
CUARCITA			1	0.08	0.69
CUARZO			-	1	1
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.32
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.310. Mann-Whitney (p) comparando longitud por materia prima.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA		0.91	0.4	0.02	0.2
CUARCITA			0.54	0.009	0.16
CUARZO			-	0.4	1
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.06
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.311. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando la longitud por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	60.03	57.89	8.50	14.16
CUARCITA	10	66.22	62.695	20.62	31.14
CUARZO	1	50.19	50.19	NA	NA
S. CRETÁCICO	4	44.355	44.21	4.25	9.58
S. NEÓGENO	11	60.90	49.78	37.82	62.10

Tabla S 8.312. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA		1	1	0.29	0.83
CUARCITA			1	0.32	0.83
CUARZO			-	1	1
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.83
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.313. Mann-Whitney (p) comparando anchura por materia prima.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA		0.49	0.4	0.02	0.14
CUARCITA			0.54	0.02	0.09
CUARZO			-	0.4	1
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.2
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.314. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	27.51	26.31	7.82	28.44
CUARCITA	10	41.80	43.38	12.50	29.92
CUARZO	1	46.33	46.33	NA	NA
S. CRETÁCICO	4	29.85	31.98	7.83	26.26
S. NEÓGENO	11	44.58	33.25	32.96	73.94

Tabla S 8.315. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA		0.76	1	1	0.94
CUARCITA			1	0.94	1
CUARZO			-	1	1
SÍLEX CRETÁCICO				-	1
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.316. Mann-Whitney (p) comparando espesor por materia prima.

	ARENISCA	CUARCITA	CUARZO	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA		0.08	0.4	1	0.2
CUARCITA			0.72	0.08	0.09
CUARZO			-	0.4	0.5
SÍLEX CRETÁCICO				-	0.74
SÍLEX NEÓGENO					-

Tabla S 8.317. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	46.86	47.43	13.89	29.64
BN1GE	14	67.21	72.29	26.58	39.54
BN2GE	7	86.78	92.63	14.80	17.05

Tabla S 8.318. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	57.98	53.45	17.18	29.63
CUARCITA	10	54.94	59.34	26.14	47.58
CUARZO	1	39.50	39.50	NA	NA
S. CRETÁCICO	4	82.85	84.60	12.70	15.33
S. NEÓGENO	8	84.67	94.84	20.96	24.76

Tabla S 8.319. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	12.07	12.07	NA	NA
A	1	52.53	52.53	NA	NA
C	2	51.98	51.98	25.35	48.76
F	2	63.05	63.05	27.54	43.68
H	7	86.21	81.78	13.63	15.81
I	6	85.81	91.95	14.60	17.01
OTROS	2	67.72	67.72	35.23	52.03
BN1GC	6	46.86	47.43	13.89	29.64

Tabla S 8.320. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	0.0007	0.0007	0.00029	41.50
BN1GE	13	0.0009	0.0008	0.00069	73.54
BN2GE	7	0.0014	0.0013	0.00067	47.66

Tabla S 8.321. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	3	0.00059	0.00057	0.00039	66.43
CUARCITA	10	0.00077	0.00076	0.00043	55.86
CUARZO	1	0.00074	0.00074	NA	NA
S. CRETÁCICO	4	0.00156	0.0016	0.00055	35.65
S. NEÓGENO	8	0.00123	0.0013	0.00084	67.97

Tabla S 8.322. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	0.00008	0.00008	NA	NA
A	1	0.00042	0.00042	NA	NA
C	2	0.00065	0.00065	0.00029	45.33
F	1	0.00091	0.00091	NA	NA
H	7	0.00153	0.00179	0.00068	44.54
I	6	0.00114	0.0012	0.00076	66.37
OTROS	2	0.00087	0.00087	0.00072	82.92
BN1GC	6	0.00070	0.00072	0.00029	41.50

Tabla S 8.323. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	0.74	0.78	0.13	18.35
BN1GE	13	0.51	0.43	0.21	41.92
BN2GE	7	0.47	0.42	0.23	49.84

Tabla S 8.324. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	3	0.82	0.79	0.07	8.84
CUARCITA	10	0.59	0.57	0.22	38.50
CUARZO	1	0.82	0.82	NA	NA
S. CRETÁCICO	4	0.60	0.64	0.15	26.21
S. NEÓGENO	8	0.35	0.36	0.09	27.85

Tabla S 8.325. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	0.98	0.98	NA	NA
A	1	0.80	0.80	NA	NA
C	2	0.72	0.72	0.19	27.17
F	1	0.41	0.41	NA	NA
H	7	0.36	0.38	0.10	27.98
I	6	0.44	0.40	0.18	40.46
OTROS	2	0.57	0.57	0.20	35.98
BN1GC	6	0.74	0.78	0.13	18.35

Tabla S 8.326. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	96.42	88.07	24.60	25.52
BN1GE	11	236.27	204.92	147.60	62.47

Tabla S 8.327. Volumen estimado (cm3) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	132.63	106.98	76.01	57.30
CUARCITA	9	248.65	204.92	157.23	63.23
CUARZO	1	94.44	94.44	NA	NA
S. CRETÁCICO	3	104.89	107.78	58.61	55.87

Tabla S 8.328. Volumen estimado (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	291.73	291.73	NA	NA
A	1	204.92	204.92	NA	NA
C	1	152.66	152.66	NA	NA
F	2	183.49	183.49	80.21	43.71
H	3	381.77	450.52	194.70	51
I	3	145.80	107.78	124.36	85.29
BN1GC	6	96.42	88.07	24.60	25.52

Tabla S 8.329. Volumen estimado (cm³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	6	34.63	32.95	17.63	50.91
BN1GE	11	54.25	52.10	22.80	42.04

Tabla S 8.330. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	4	41.48	32.95	22.24	53.61
CUARCITA	9	43.83	41.77	21.98	50.16
CUARZO	1	44.10	44.10	NA	NA
S. CRETÁCICO	3	66.68	82.44	27.55	41.32

Tabla S 8.331. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	13.53	13.53	NA	NA
A	1	38.07	38.07	NA	NA
C	1	41.77	41.77	NA	NA
F	2	57.35	57.35	23.31	40.65
H	3	64.5	58.67	16.12	25
I	3	65.05	77.86	26.24	40.34
BN1GC	6	34.63	32.95	17.63	50.91

Tabla S 8.332. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

		N	MEDIA	MEDIANA	SHAPIRO-WILK
ARENISCA	Espeor	18	11.94	12.5	0.6
	Espeor plataforma	11	9.54	9	0.75
CALIZA	Espeor	5	8.6	10	0.45
	Espeor plataforma	3	6.33	5	0
CUARCITA	Espeor	20	14.1	12.5	0.01
	Espeor plataforma	12	11	9.5	0.03
CUARZO	Espeor	1	8	8	-
	Espeor plataforma	1	7	7	-
ESQUISTO	Espeor	2	13.5	13.5	-
	Espeor plataforma	-	-	-	-
S. CRETÁCICO	Espeor	9	14.88	14	0.70
	Espeor plataforma	4	8.25	7.5	0.08

Tabla S 8.333. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de GIIIa empleadas en el cálculo VRM.

8.3.4 GIIIb

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	132.39	107.56	62.77	47.41
BN1GE	7	121.07	113.91	90.96	75.13
BN2GE	6	52.55	52.70	29.41	55.96
BNE	1	20.79	20.79	NA	NA

Tabla S 8.334. Volumen remanente (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	1	0.18	1
BN1GE		-	0.61	1
BN2GE			-	1
BNE				-

Tabla S 8.335. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	0.54	0.04	0.33
BN1GE		-	0.14	0.25
BN2GE			-	0.57
BNE				-

Tabla S 8.336. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	98.69	101.69	10.77	10.91
BN1GE	7	76.85	73.07	13.15	17.11
BN2GE	6	73.51	79.10	18.99	25.84
BNE	1	62.43	62.43	NA	NA

Tabla S 8.337. Longitud (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	0.18	0.18	1
BN1GE		-	1	1
BN2GE			-	1
BNE				-

Tabla S 8.338. Mann-Whitney (p) comparando longitud por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	0.11	0.04	0.33
BN1GE		-	0.78	0.25
BN2GE			-	0.85
BNE				-

Tabla S 8.339. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando longitud por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	69.73	72.23	8.72	12.51
BN1GE	7	63.66	61.67	9.04	14.20
BN2GE	6	52.25	55.85	15.93	30.49
BNE	1	43.43	43.43	NA	NA

Tabla S 8.340. Anchura (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	1	0.31	1
BN1GE		-	1	1
BN2GE			-	1
BNE				-

Tabla S 8.341. Mann-Whitney (p) comparando anchura por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	0.32	0.17	0.33
BN1GE		-	0.33	0.25
BN2GE			-	0.85
BNE				-

Tabla S 8.342. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	40.96	42.86	9.67	23.61
BN1GE	7	44.80	40.97	12.34	27.55
BN2GE	6	32.06	27.11	14.17	44.21
BNE	1	19.71	19.71	NA	NA

Tabla S 8.343. Espesor (mm) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	1	0.89	1
BN1GE		-	0.44	1
BN2GE			-	1
BNE				-

Tabla S 8.344. Mann-Whitney (p) comparando espesor por categoría.

	BN1GC	BN1GE	BN2GE	BNE
BN1GC	-	0.63	0.10	0.33
BN1GE		-	0.09	0.25
BN2GE			-	0.57
BNE				-

Tabla S 8.345. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por categoría.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	23.00	23.00	3.12	13.58
CALIZA	2	180.37	180.37	187.05	103.70
CUARCITA	9	114.98	107.56	54.36	47.28
S. CRETÁCICO	1	113.91	113.91	NA	NA
S. NEÓGENO	5	58.02	64.92	29.27	50.45

Tabla S 8.346. Volumen remanente (cm3) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	0.36	1	1
CALIZA		-	1	1	1
CUARCITA			-	1	0.75
S. CRETÁCICO				-	1
S. NEÓGENO					-

Tabla S 8.347. Mann-Whitney (p) comparando el volumen remanente por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.33	0.03	0.66	0.28
CALIZA		-	0.70	1	0.8
CUARCITA			-	1	0.08
S. CRETÁCICO				-	0.33
S. NEÓGENO					-

Tabla S 8.348. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando el volumen remanente por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	59.06	59.06	4.77	8.08
CALIZA	2	82.93	82.93	26.35	31.78
CUARCITA	9	86.98	80.97	16.43	18.89
S. CRETÁCICO	1	82.78	82.78	NA	NA
S. NEÓGENO	5	77.07	81.31	18.85	24.47

Tabla S 8.349. Longitud (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	0.36	1	1
CALIZA		-	1	1	1
CUARCITA			-	1	1
S. CRETÁCICO				-	1
S. NEÓGENO					-

Tabla S 8.350. Mann-Whitney (p) comparando longitud por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.33	0.03	0.66	0.28
CALIZA		-	0.92	1	0.8
CUARCITA			-	1	0.46
S. CRETÁCICO				-	1
S. NEÓGENO					-

Tabla S 8.351. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando la longitud por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	47.92	47.92	6.34	13.25
CALIZA	2	66.35	66.35	19.41	29.26
CUARCITA	9	66.66	67.62	7.93	11.89
S. CRETÁCICO	1	61.67	61.67	NA	NA
S. NEÓGENO	5	52.22	59.29	17.81	34.11

Tabla S 8.352. Anchura (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	0.36	1	1
CALIZA		-	1	1	1
CUARCITA			-	1	1
S. CRETÁCICO				-	1
S. NEÓGENO					-

Tabla S 8.353. Mann-Whitney (p) comparando anchura por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.33	0.03	0.66	0.57
CALIZA		-	0.70	1	0.8
CUARCITA			-	0.80	0.38
S. CRETÁCICO				-	1
S. NEÓGENO					-

Tabla S 8.354. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando anchura por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	19.11	19.11	0.84	4.44
CALIZA	2	50.14	50.14	21.41	42.70
CUARCITA	9	41.38	40.97	9.62	23.25
S. CRETÁCICO	1	45.69	45.69	NA	NA
S. NEÓGENO	5	34.76	29.76	14	40.27

Tabla S 8.355. Espesor (mm) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	1	0.36	1	0.86
CALIZA		-	1	1	1
CUARCITA			-	1	1
S. CRETÁCICO				-	1
S. NEÓGENO					-

Tabla S 8.356. Mann-Whitney (p) comparando espesor por materia prima.

	ARENISCA	CALIZA	CUARCITA	SÍLEX CRETÁCICO	SÍLEX NEÓGENO
ARENISCA	-	0.33	0.03	0.66	0.09
CALIZA		-	0.70	1	0.57
CUARCITA			-	0.8	0.11
S. CRETÁCICO				-	0.66
S. NEÓGENO					-

Tabla S 8.357. Kolmogorov-Smirnov (p) comparando espesor por materia prima.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	37.20	29.08	33.06	88.88
BN1GE	7	40.23	33.71	18.69	46.46
BN2GE	5	93.48	100	14.58	15.60
BNE	1	100	100	NA	NA

Tabla S 8.358. Porcentaje de superficie no cortical (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	83.69	83.69	23.06	27.55
CALIZA	2	29.13	29.13	6.48	22.27
CUARCITA	9	38.75	29.08	26.90	69.43
S. CRETÁCICO	1	60.64	60.64	NA	NA
S. NEÓGENO	4	100	100	0	0

Tabla S 8.359. Porcentaje de superficie no cortical (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	16.29	16.29	11.66	71.60
A	3	26.22	24.00	6.66	25.43
B	1	100	100	NA	NA
C	1	64.34	64.34	NA	NA
D	1	67.39	67.39	NA	NA
F	1	53.46	53.46	NA	NA
H	3	100	100	0	0
I	1	100	100	NA	NA
OTROS	1	60.64	60.64	NA	NA
BN1GC	5	37.20	29.08	33.06	88.88

Tabla S 8.360. Porcentaje de superficie no cortical (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	0.00048	0.00028	0.00048	100.67
BN1GE	7	0.00058	0.00055	0.00031	54.35
BN2GE	5	0.00067	0.00075	0.00049	74.09
BNE	1	0.00067	0.00067	NA	NA

Tabla S 8.361. Scar Density Index (SDI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	0.00093	0.00093	0.00037	40.05
CALIZA	2	0.00041	0.00041	0.00035	87.15
CUARCITA	9	0.00052	0.0003	0.00039	75.38
S. CRETÁCICO	1	0.00093	0.00093	NA	NA
S. NEÓGENO	4	0.00054	0.00055	0.00046	85.95

Tabla S 8.362. Scar Density Index (SDI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	0.00015	0.00015	NA	NA
A	3	0.00047	0.00038	0.00017	36.55
B	1	0.00035	0.00035	NA	NA
C	2	0.00028	0.00028	0.00039	141.42
D	1	0.00119	0.00119	NA	NA
F	1	0.00104	0.00104	NA	NA
H	2	0.00086	0.00086	0.00027	32.28
I	1	0.00075	0.00075	NA	NA
OTROS	1	0.00093	0.00093	NA	NA
BN1GC	5	0.00048	0.00028	0.00048	100.67

Tabla S 8.363. Scar Density Index (SDI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	0.65	0.60	0.34	52.87
BN1GE	6	0.79	0.97	0.33	42.42
BN2GE	5	0.47	0.32	0.29	63.73
BNE	1	0.35	0.35	NA	NA

Tabla S 8.364. Scar Pattern Index (SPI) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
ARENISCA	2	0.45	0.45	0.15	32.77
CALIZA	2	0.99	0.99	0.01	1.05
CUARCITA	9	0.67	0.70	0.34	51.02
S. NEÓGENO	4	0.44	0.30	0.34	76.26

Tabla S 8.365. Scar Pattern Index (SPI) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	0.99	0.99	NA	NA
A	3	0.98	0.98	0.012	1.23
B	1	0.94	0.94	NA	NA
C	1	0.70	0.70	NA	NA
D	1	0.56	0.56	NA	NA
F	1	0.15	0.15	NA	NA
H	3	0.30	0.32	0.067	22.92
I	1	0.28	0.28	NA	NA
BN1GC	5	0.65	0.60	0.34	52.87

Tabla S 8.366. Scar Pattern Index (SPI) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	204.73	179.42	84.52	41.28
BN1GE	7	159.43	135	81.53	51.13

Tabla S 8.367. Volumen estimado (cm³) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
CALIZA	2	208.99	208.99	174.99	83.73
CUARCITA	9	172.93	159.36	72.04	41.65
S. CRETÁCICO	1	165.38	165.38	NA	NA

Tabla S 8.368. Volumen estimado (cm³) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	332.73	332.73	NA	NA
A	3	126.54	135.01	37.77	29.85
C	1	134.64	134.64	NA	NA
F	1	103.69	103.69	NA	NA
OTROS	1	165.38	165.38	NA	NA
BN1GC	5	204.73	179.42	84.52	41.28

Tabla S 8.369. Volumen estimado (cm³) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
BN1GC	5	31.72	36.78	26.25	82.76
BN1GE	7	29.27	31.12	19.02	64.96

Tabla S 8.370. Porcentaje de volumen extraído (%) por categoría estructural. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
CALIZA	2	24.81	24.81	26.54	106.99
CUARCITA	9	31.42	36.78	22.82	72.63
S. CRETÁCICO	1	31.12	31.12	NA	NA

Tabla S 8.371. Porcentaje de volumen extraído (%) por materia prima. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación.

	N	MEDIA	MEDIANA	SD	CV
A-B INICIAL	1	6.03	6.03	NA	NA
A	3	23.81	17.22	17.42	73.17
C	1	58.57	58.57	NA	NA
F	1	37.78	37.78	NA	NA
OTROS	1	31.12	31.12	NA	NA
BN1GC	5	31.72	36.78	26.25	82.76

Tabla S 8.372. Porcentaje de volumen extraído (%) por VSE. N= Número de muestras, SD= Desviación Standard, CV= Coeficiente de Variación

		N	MEDIA	MEDIANA	SHAPIRO-WILK
ARENISCA	Espesor	13	10.15	8	0.03
	Espesor plataforma	5	10.8	7	0.19
CALIZA	Espesor	1	4	4	-
	Espesor plataforma	1	4	4	-
CUARCITA	Espesor	4	11	11	0.1
	Espesor plataforma	2	4.5	4.5	-
ESQUISTO	Espesor	1	4	4	-
	Espesor plataforma	-	-	-	-
S. CRETÁCICO	Espesor	7	8	9	0.53
	Espesor plataforma	4	5.5	4.5	0.24

Tabla S 8.373. Estadística descriptiva del conjunto de lascas de GIIIb empleadas en el cálculo VRM.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
REDUCCIÓN Y GESTIÓN VOLUMÉTRICA: APROXIMACIÓN A LA VARIABILIDAD Y EVOLUCIÓN DE LAS DINÁMICAS DE EXPLOTACIÓN
DURANTE EL PLEISTOCENO INFERIOR Y MEDIO EUROPEO, A TRAVÉS DE LOS CONJUNTOS DE GRAN DOLINA
Y GALERÍA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS) Y DE EL BARRANC DE LA BOELLA (LA CANONJA, TARRAGONA)
Diego Lombao Vázquez



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI



IPHES

Institut Català de Paleoecologia
Humana i Evolució Social