

**INICIO Y CONSOLIDACIÓN DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS  
DURANTE EL NEOLÍTICO EN EL LEVANTE MEDITERRÁNEO  
(SEPTENTRIONAL Y CENTRAL):**

**EL PROCESO DE MOLIENDA Y TRITURACIÓN A PARTIR  
DEL ANÁLISIS FUNCIONAL DEL INSTRUMENTAL  
MACROLÍTICO**

**Tesis Doctoral**

**MARIA BOFILL MARTINEZ**

**Curso académico 2013-2014**

**Directores: MIQUEL MOLIST MONTAÑA  
y HARA PROCOPIOU-ABBÈS**

**Vol. I**

**Doctorat en Arqueologia Prehistòrica**

**Departament de Prehistòria  
Facultat de Filosofia i Lletres**



**Universitat Autònoma de Barcelona**



*A mi familia: Javier, María, Patri, Javi, Clara y Xavi.*

*A mis hermanas sirias, Bushra y Hadia.*

*I a sa meua illeta polida des meu cor...*

Dibujo de la cubierta elaborado por Irene Marí Muñoz.



## **INTRODUCCIÓN AL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

El trabajo de investigación desarrollado en la tesis doctoral se ha centrado en el estudio del utillaje de molienda y trituración procedente de diversos yacimientos neolíticos en el Levante mediterráneo. El período neolítico corresponde al marco temporal en el que se desarrollan y consolidan nuevas formas de producción de alimentos, nuevos patrones de ocupación del espacio, y nuevas formas de organización económica y social. En aproximadamente cuatro milenios (10200-6000 BC) se constituye un nuevo sistema socio-económico que marcará las bases del desarrollo de las comunidades de Próximo Oriente, y posteriormente también del continente europeo.

Entre las diversas categorías de artefactos macrolíticos<sup>1</sup>, el utillaje de molienda y trituración incluye aquellos artefactos (los que denominaremos en este trabajo moletas, molinos, pilones y morteros) que muestran evidencias superficiales de haber sido utilizados para moler, pulverizar, machacar o abrasar sustancias sobre sus caras activas. En general, los conjuntos artefactuales de molienda y trituración continúan en un segundo plano en las líneas de investigación desarrolladas en torno a las primeras sociedades agrícolas. Gran parte de los informes de excavación y artículos de monografías dedicados al material macrolítico se limitan a un nivel de análisis bastante bajo (contaje de materiales, primeras clasificaciones tipológicas y descripciones métricas), mientras que otras categorías materiales reciben mayor atención en su estudio tecnológico y funcional (por ej. las industrias líticas y las producciones cerámicas), además de que son utilizadas en las explicaciones sobre cambios en los sistemas económicos y tecnológicos. Tal deficiencia se explica en parte a causa de la simplicidad aparente que presentan los tipos básicos de molinos y morteros, cuyos procesos de fabricación no son lo suficientemente complejos y variables (nos referimos a variabilidad formal estandarizada) para que su análisis permita diferenciar tipologías de útiles amplias y claras.

A pesar de estas particularidades y restricciones que supone el estudio del utillaje de molienda y trituración, trabajos anteriores (Adams 1988; Risch 1995; Procopiou 1998; Dubreuil 2002; Hamon 2006; Delgado 2008; entre otros) han evidenciado el potencial de estas industrias en lo que se refiere a datos sobre prácticas económicas e implicaciones tecnológicas, por lo que pueden jugar un papel muy relevante en el seno de las comunidades prehistóricas estudiadas. El punto en el que hay que incidir es en el desarrollo de una metodología de análisis para estos materiales que permita tratar cuestiones de funcionalidad, desarrollo tecnológico y otros aspectos vinculados.

La experiencia recogida a partir de las contribuciones precedentes sobre el estudio de instrumentos macrolíticos nos ha permitido plantear un trabajo de investigación centrado en el análisis de artefactos vinculados a la molienda y trituración de materias diversas con el objetivo de evaluar el rol de estas actividades productivas en el desarrollo de las comunidades estudiadas. Los yacimientos que constituyen la base documental de la tesis se ubican en el Levante mediterráneo (fig.1.1.1), en la zona norte y central (Valle medio del Éufrates y Oasis de Damasco), abarcando una horquilla cronológica que ocupa todos los horizontes del período Neolítico del Próximo Oriente (entre el Neolítico Pre-cerámico A y el Neolítico cerámico – período Halaf). De esta forma, el trabajo de investigación se sitúa en un marco espacio-temporal excepcional en relación a la aparición y la consolidación de las prácticas agrícolas. La excavación del yacimiento PPNA de Jerf el Ahmar (Valle medio del Éufrates) ha aportado un registro arqueobotánico y arqueológico prácticamente único en

---

<sup>1</sup> El término “macrolítico” ha sido definido por Adams *et al.* (2009) como el término más amplio para identificar el conjunto de instrumentos usados en actividades de percusión, abrasión, pulido, molienda y talla.

este horizonte histórico, en el que se documenta una explotación intensiva y estructurada (procesado y almacenaje para el aprovechamiento de varios productos vegetales: grano, paja, legumbres, y otros taxones) de plantas silvestres que además será creciente a través de la secuencia de ocupación del poblado. En segundo lugar, los yacimientos PPNB-PN de tell Aswad (Oasis de Damasco) y tell Halula (Valle medio del Éufrates) se encuentran en la lista de los primeros contextos precerámicos en los que aparecen documentadas claramente especies de cereales morfológicamente domésticos. Por último, un contexto de comparación, el yacimiento de tell Arqa, datado en la Edad del Bronce Antiguo en el norte de Líbano, ha permitido realizar una aproximación tecno-funcional a un ejemplo de producción especializada en la molienda de cereales.

La estructura del trabajo de tesis se organiza en cinco partes dedicadas a cada una de las fases en las que se ha desarrollado la investigación.

1. En la primera parte de introducción al contexto de estudio se explica la problemática histórica principal (el marco socio-económico en el que aparecen las primeras comunidades agro-ganaderas del Próximo Oriente) y el rol que, según las investigaciones realizadas hasta el momento, han jugado los instrumentos de molienda y trituración en los modelos explicativos sobre el proceso de neolitización de esta zona. En este contexto del Levante norte y central, se realiza una presentación general de los yacimientos estudiados. Tras la ubicación en el contexto histórico y en el de la investigación precedente, se asentarán las bases teórico-metodológicas sobre las cuales se formulan los objetivos del presente trabajo a nivel de investigación histórica.

2. La segunda parte se ocupa de la revisión crítica a los trabajos anteriores sobre el estudio del material de molienda, evaluando diversos de los enfoques presentados que servirán como base para la propuesta metodológica que se ha seguido en este trabajo. Una vez establecido el estado actual de la disciplina, se fijan aquellos objetivos que a nivel metodológico se pretenden superar a través de la realización del presente estudio.

3. La tercera parte agrupa la puesta en práctica de la propuesta metodológica planteada en los cuatro conjuntos artefactuales estudiados: Jerf-el-Ahmar, Tell Aswad y Tell Halula, los tres de cronología neolítica y situados en la actual Siria; y un conjunto de comparación procedente de cronologías más tardanas, tell Arqa, datado en la Edad del Bronce inicial y localizado en el Valle del Akkar (Líbano). Por tanto, en esta parte se presenta el análisis y los resultados del estudio.

4. La cuarta parte está dedicada al análisis global de los cuatro yacimientos, además de llevar a cabo la contextualización del material estudiado mediante la comparación con otros conjuntos contemporáneos de las regiones del Levante Norte y Central.

6. En la quinta y última parte se establecen las conclusiones finales del estudio y se evalúan los resultados de la tesis en función de los objetivos marcados al inicio del trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

El trabajo que presentamos a continuación es el fruto de seis años de excavaciones en tell Halula (Siria), campañas de estudio, prospecciones de campo, estancias en laboratorios, experimentaciones... Es decir, todo un conjunto de experiencias extraordinarias, y de horas, muchas y muchas horas de trabajo intenso, las cuales no podría haber superado sin la ayuda de muchísimas personas que me gustaría destacar de alguna forma en este apartado.

Entre todas esas personas debo destacar, sin duda, a mi familia en primer término. A mi madre, por darme todo el cariño, amor y apoyo que he necesitado y más, y por enseñarme cuáles son las cosas más importantes en la vida, y cómo tenemos que luchar para conseguirlas. Ella es para mí mi mayor referente en todos los sentidos. A mi padre, el científico y técnico especialista en electrónica (entre otras especialidades) más excepcional que he conocido en la vida. Si puedo considerarme investigadora a día de hoy es gracias a que él me ha inculcado el sentido de la curiosidad, las ganas de mejorar e innovar cada día, y la *mala costumbre* de preguntarme porqué las cosas son como son. Gracias a mis padres voy consiguiendo metas como la de realizar este trabajo de tesis doctoral. ¡Os lo debo todo!

A mi chico, Xavi, mi compañero más fiel y paciente durante todos estos años. Tú sabes mejor que nadie lo que ha significado para mí este trabajo, ya que lo has sufrido y vivido igual que yo, y siempre has estado a mi lado apoyándome. Me has cuidado, consolado y ayudado en todo momento. Mis logros son los tuyos también. *Gràcies, t'estimo molt!*

A mis hermanos, que son sin duda mis mejores amigos, mis mayores apoyos en los momentos malos, y los que comparten conmigo también los buenos momentos. Ellos me aconsejan, me cuidan y saben qué es lo mejor para mí en cada momento. ¡Espero que sea verdad que me parezco a vosotros! Pues nada me haría más feliz y orgullosa.

A la mejor amiga que puedo tener... Clarita. Gracias por cuidarme, por estar a mi lado siempre (aunque tuviéramos el Mediterráneo en medio), y por tener la maravillosa capacidad de hacerme sentir bien en todo momento. *Sempre estarem juntes, t'estim!*

De forma paralela, mi participación en proyectos de investigación en arqueología del Próximo Oriente, y también de Catalunya, ha sido posible únicamente gracias al gran apoyo de mi director de tesis, Miquel Molist Montaña, quien confió en mí para este trabajo, y me ha ayudado enormemente para poder desarrollarlo y entregarlo finalmente. *Gràcies de tot cor, Miquel.*

Mi formación como especialista en análisis funcional se la debo por completo a mi co-directora, Hara Procopiou-Abbès. Gracias a ella he podido trabajar con el equipo del *Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes*, que para mí ha sido una de las experiencias más increíbles desde que empecé en el mundo de la arqueología. Ευχαριστώ πολύ.

También agradezco enormemente la confianza de Danielle Stordeur al ofrecerme estudiar los materiales de dos yacimientos tan excepcionales como Jerf el Ahmar y tell Aswad en Siria. Le agradezco mucho toda su ayuda a lo largo de estos años, tanto en mis campañas de estudio en Siria como mis estancias en los laboratorios de Jalès (Ardèche, Francia). *Merci beaucoup!*

De forma parecida, le agradezco mucho a Jean Paul Thalmann la oportunidad de participar en el proyecto de tell Arqa (Líbano), el cual espero poder reprendre como línea de trabajo tras la tesis doctoral.

A todos mis compañeros del SAPPO con los que he aprendido todo sobre el mundo de la arqueología desde el primer día de laboratorio en la casita de la UAB, y con los que he pasado tan buenos momentos en las campañas de excavación en Siria y Catalunya. Especialmente quiero mencionar a Anna Gómez-Bach, Ferran Borrell, Oriol Vicente, Carlos Tornero, y sobre todo a mi “compi” de alegrías y penurias durante todo el doctorado, Anabel Ortíz. Muchísimas gracias por vuestra ayuda y compañerismo. Por último, quiero mencionar con enorme y eterna gratitud a mi equipo SAPPO de la *Final Countdown*: Bushra Taha, Ricard Arnaiz, Roger Alcántara y de nuevo, Anna Gómez-Bach. ¡Mil gracias! Espero poder estar cerca de vosotros cuando sea yo quién os pueda ayudar de esta manera.

Mención especial sin duda deben tener mis compañeras sirias, ya que sin ellas literalmente no podría haber hecho ni una campaña de estudio de materiales, y por tanto, esta tesis no habría visto nunca la luz: mis amigas y *hermanas* Bushra Taha, Hadia Faisal y Samar Ramadan. Además, Bushra y Hadia son las responsables de que sienta que Siria (especialmente Tartous y Sweda) sea mi segunda casa. Estoy deseando volver allí con vosotras y seguir viviendo momentos tan inolvidables. الأخوات أحب أنا

A todos los investigadores que me han ayudado y asesorado en diversos puntos del trabajo, especialmente Selina Delgado, Rita Estrada, Hala Alarashi, Marie Laure Chambrade, Rima Khawam, Frédéric Abbès, Jwana Chahoud, Elise Morero, Nathalie Thomas, Laure Dubreuil, George Willcox, Eric Böeda, Christophe Griggo, Marta Portillo, Ramón Buxó, Maria Saña, Walter Cruells, Josep Anfruns, entre otros muchos. Además, debo agradecer en términos generales a todos los arqueólogos que han participado en las campañas de excavación y estudio de los yacimientos de tell Halula, Jerf el Ahmar y tell Aswad. Este trabajo no habría sido posible sin la calidad científica de estos proyectos que me han permitido acceder a conjuntos arqueológicos tan relevantes para el contexto neolítico del Levante norte y central.

También debo agradecer a Hassan Zahouani y a todo el equipo del *Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes* (École Centrale de Lyon), especialmente a Roberto Vargiolu, por asesorarme y ayudarme en mi formación sobre traceología y análisis de superficies. Para mí ha sido todo un lujo a nivel metodológico poder colaborar con ellos en unas instalaciones tan increíbles como las del LTDS de Lyon. *Merci beaucoup!*

Me gustaría, además, referirme con especial cariño y gratitud a todos los compañeros y personas espontáneas que me han ayudado a mover y transportar cruzando Siria, el Mediterráneo y parte de Francia y Cataluña, quilos y quilos de bloques de basalto y equipos de microscopía.

A nivel institucional, debo agradecer enormemente al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte por concederme la Beca FPU 2008 para realizar mi trabajo de tesis doctoral, y financiar la ampliación de mi formación gracias a las estancias breves en Paris X (Nanterre) y la École Centrale de Lyon. Por otro lado, mi trabajo de investigación se enmarca en los proyectos de investigación del *Seminari d'Arqueologia Prehistòrica del Pròxim Orient* (SAPPO-Grup de



*Recerca de Qualitat* SGR-2009-00607), principalmente en la realización de la Misión Arqueológica Española en Tell Halula (Valle medio del Éufrates, Siria).

La Misión Arqueológica Española de Tell Halula, dirigida por Miquel Molist (UAB) ha sido posible gracias a la ayuda y la colaboración de la *General Direction of Antiquities and Museums* (DGAM) de Siria, el IPHE del Ministerio Español de Cultura, y el Ministerio de Ciencia e Innovación (proyecto HUM2010-18612; proyecto *Acciones complementarias* HAR2011-13484-E en colaboración con la UB). Finalmente, el grupo de investigación SAPPO (Seminari d'Arqueologia Prehistòrica del Pròxim Orient) recibe el soporte institucional de la Universitat Autònoma de Barcelona y la Generalitat de Catalunya (SGR-2009-00607).

Y ya para finalizar, me gustaría recordar al pueblo sirio, quienes aparte de ser la gente más hospitalaria, amable y sensible que he conocido nunca, son los soberanos de un increíble y único patrimonio histórico y arqueológico, sobre el que tantos equipos internacionales trabajamos para conocer mejor y tratar de preservarlo del olvido. A todos los sirios les deseo de todo corazón que puedan volver a vivir en paz y amor en un país tan maravilloso como el suyo.



# ÍNDICE

## VOLUMEN I

### *INTRODUCCIÓN AL TRABAJO*

#### PARTE 1: CONTEXTO DEL ESTUDIO. LAS ACTIVIDADES DE MOLIENDA Y TRITURACIÓN EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA EN EL PRÓXIMO ORIENTE. PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA, IMPLICACIONES Y PROPUESTA DE ESTUDIO

Cap. 1.1. Concepto, desarrollo de la investigación y caracterización del proceso: El Neolítico en el Próximo Oriente	9
Cap. 1.2. Contexto geográfico, zonas bioclimáticas del Próximo Oriente y periodización	13
1.2.1. Los antecedentes: el NATUFIENSE	20
1.2.2. Neolítico Pre-cerámico A	23
1.2.3. Neolítico Pre-cerámico B	26
1.2.4. <i>Late Neolithic</i> , PRE-HALAF	29
1.2.5. HALAF	31
- <i>El proceso de domesticación de las plantas en el Próximo Oriente</i>	31
Cap. 1.3. El papel de los instrumentos de molienda y trituración en los modelos explicativos sobre el proceso de Neolitización	36
Cap. 1.4. Introducción a las zonas de estudio	44
1.4.1. El Valle medio del Éufrates: La documentación existente sobre el período neolítico.	44
- <i>Jerf el Ahmar: datos para el conocimiento del horizonte PPNA en el Valle medio del Éufrates.</i>	46
- <i>Tell Halula: datos para el conocimiento del horizonte PPNB, el "Late Neolithic" y el período Halaf en el Valle medio del Éufrates.</i>	57
1.4.2. El Oasis de Damasco: La documentación existente sobre el período Neolítico	68
- <i>Tell Aswad: datos para el conocimiento del Neolítico Precerámico B y el Neolítico Cerámico en el Oasis de Damasco</i>	69
1.4.3. Un contexto de comparación: La Edad del Bronce en la llanura del Akkar (Líbano) y el yacimiento de tell Arqa	77
- <i>La secuencia estratigráfica del tercer milenio ANE de tell Arqa</i>	78
Cap. 1.5. Introducción a las esferas técnicas asociadas al utillaje de molienda y trituración: Moler, triturar, mezclar, cocinar... Un abanico de posibilidades funcionales para molinos y morteros	82

<b>Cap. 1.6. Marco teórico y objetivos del trabajo</b>	<b>88</b>
<b>PARTE 2: PROPUESTA METODOLÓGICA: ESTRUCTURA DEL TRABAJO Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS</b>	
<i>- La concepción de la "vida del útil": El proceso de análisis de los artefactos</i>	<b>98</b>
<b>Cap. 2.1. Sistema de análisis de los materiales</b>	<b>99</b>
2.1.1. Descripción anatómica de los ítems macrolíticos	<b>99</b>
2.1.2. Dibujo técnico y criterios de orientación de los instrumentos macrolíticos	<b>100</b>
<b>Cap. 2.2. Análisis de las materias primas de los útiles</b>	<b>104</b>
2.2.1. La investigación desarrollada en torno a la materia prima para la producción de instrumentos de molienda	<b>104</b>
2.2.2. Propuesta de análisis de las materias primas de los conjuntos estudiados	<b>107</b>
<b>Cap. 2.3. Análisis de las técnicas de fabricación de los útiles</b>	<b>115</b>
2.3.1. El análisis tecnológico en los trabajos precedentes sobre útiles de molienda y trituración	<b>115</b>
2.3.2. Propuesta de análisis tecnológico de los útiles estudiados	<b>118</b>
<b>Cap. 2.4. Análisis morfométrico de los útiles</b>	<b>121</b>
2.4.1. El análisis de las formas: Los sistemas de clasificación de instrumentos de molienda y trituración	<b>121</b>
2.4.2. El análisis morfométrico y tipológico: Propuesta de clasificación	<b>129</b>
<b>Cap. 2.5. Análisis funcional de los útiles</b>	<b>134</b>
2.5.1. Antecedentes: Introducción a los estudios sobre trazas de uso en arqueología	<b>134</b>
2.5.2. Planteamiento, estructura y objetivos del análisis funcional de los instrumentos de molienda. Terminología funcional	<b>141</b>
2.5.3. Sistema de observación de las superficies activas de los útiles de molienda: De la escala macroscópica a las diversas técnicas de observación microscópica	<b>143</b>
2.5.4. La experimentación con útiles de molienda y trituración	<b>155</b>
- Antecedentes en la investigación experimental sobre instrumental de molienda y trituración	<b>155</b>
- Presentación del programa experimental. Hipótesis, objetivos y diseño de la experimentación	<b>156</b>
2.5.5. Análisis de residuos	<b>158</b>

- Métodos de análisis de residuos sobre la material trabajada	158
- El análisis de fitolitos. Introducción	159
- Metodología y análisis realizados sobre las 4 series arqueológicas	159

### **PARTE 3: IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA**

- Introducción y estructura del capítulo	163
--	-----

#### **Cap. 3.1. Análisis de la materia primera y de las fuentes de aprovisionamiento**

3.1.1. Resultado de la clasificación en grupos de materia prima y tamaño de los soportes	165
--	-----

3.1.2. Contexto geológico del Valle medio del Éufrates. Antecedentes y prospecciones realizadas	173
---	-----

3.1.3. Contexto geológico del área sud-oriental de la Guta (Oasis de Damasco). Antecedentes y prospecciones realizadas	189
--	-----

3.1.4. Contexto geológico del valle del Akkar. Antecedentes y prospecciones realizadas	191
--	-----

3.1.5. Balance de resultados sobre materias primas líticas	192
--	-----

#### **Cap. 3.2. Programa experimental sobre molienda con útiles de basalto**

3.2.1. Objetivos generales del programa experimental	197
--	-----

3.2.2. Revisión del contexto funcional: Las materias susceptibles de ser procesadas con el utillaje de molienda y trituración en Jerf el Ahmar, tell Halula y tell Aswad	197
--	-----

3.2.3. Presentación y resultados del programa experimental	200
--	-----

#### **Cap. 3.3. Análisis de los casos de estudio**

3.3.1. JERF-EL-AHMAR	219
----------------------	-----

3.3.2. TELL HALULA	285
--------------------	-----

3.3.3. TELL ASWAD	343
-------------------	-----

3.3.4. TELL ARQA	387
------------------	-----

#### **Cap. 3.4. Resultados del estudio funcional de los útiles: Caracterización microscópica de las superficies de desgaste y análisis de residuos**

3.4.1. Análisis traceológico de las superficies de desgaste	392
---	-----

3.4.2. Análisis de residuos: Resultados de las muestras de fitolitos	418
--	-----

3.4.3. Resultados finales del estudio funcional de los útiles	421
---	-----

## PARTE 4: LOS PROCESOS DE MOLIENDA Y TRITURACIÓN: ANÁLISIS CONJUNTO DE LOS YACIMIENTOS Y CONTEXTUALIZACIÓN

<b>4.1. Constitución de los conjuntos artefactuales de molienda y trituración en el neolítico del próximo oriente</b>	<b>425</b>
4.1.1. <i>Composición de los conjuntos artefactuales</i>	425
4.1.2. <i>Ratio Molinos / Morteros</i>	430
<b>4.2. Materia primera y estrategias de abastecimiento</b>	<b>432</b>
4.2.1. <i>Estrategias de abastecimiento</i>	432
4.2.2. <i>Materia prima / Categoría de útil</i>	435
4.2.3. <i>El papel del basalto en la producción de instrumentos de molienda y trituración</i>	436
<b>4.3. Manufactura, morfometría y mantenimiento: evolución tecnológica de los artefactos</b>	<b>438</b>
4.3.1. <i>El rol de las formas: ¿qué grado de selección de los soportes?</i>	438
4.3.2. <i>Tecnología de manufactura</i>	439
4.3.3. <i>Evidencias de manufactura y mantenimiento</i>	441
4.3.4. <i>Caracteres especiales para mejorar el funcionamiento de los equipos de molienda</i>	443
4.3.5. <i>El tamaño de los útiles: Evolución diacrónica</i>	444
<b>4.4. Tipología, función y usos de los artefactos</b>	<b>447</b>
4.4.1. <i>Definición de tipos de útiles y gestos técnicos asociados</i>	447
4.4.2. <i>Tipología y asignación funcional</i>	450
<b>4.5. La molienda y la trituración en el seno de las comunidades neolíticas del Próximo Oriente</b>	<b>455</b>
4.5.1. <i>Evidencias sobre el procesado de materias vegetales</i>	455
4.5.2. <i>Evidencias sobre el procesado en otras esferas productivas</i>	456
4.5.3. <i>Reutilización, reciclaje y abandono / amortización de los artefactos</i>	458
<b>PARTE 5: CONCLUSIONES DEL TRABAJO</b>	
5.1. <i>Conclusiones de carácter histórico</i>	463
5.2. <i>Conclusiones del estudio a nivel metodológico</i>	472
5.3. <i>Continuación del estudio</i>	475

RESÚMEN	479
ABSTRACT	481
RESUMEN (Árabe)	483

## VOLUMEN II

FIGURAS

BIBLIOGRAFÍA

LISTADO DE FIGURAS

*ANEXOS*

**ANEXO 1.** Estudio de caracterización petrográfica de muestras sobre lámina prima (A. Álvarez, R. Estrada, X. Clop).

**ANEXO 2.** Informe del análisis de fitolitos (M. Portillo, R.M. Albert)

**ANEXO 3.** Base de Datos (adjunto en CD)





## Parte 1

إلى صديقي الفرات..

رائحة القمح في الصباح تذكرني برائحتك في كل الأمان



## **PARTE. 1. CONTEXTO DE ESTUDIO. El período Neolítico en la región del Próximo Oriente.**

El periodo neolítico en el Próximo Oriente supuso el escenario en el cual las industrias macrolíticas, y en especial el utillaje de molienda y trituración, alcanzaron un nivel de desarrollo sin precedentes y se consolidaron como parte del instrumental doméstico y artesanal básico de la mayor parte de poblados de la zona. Una mayor diversidad y cantidad de útiles macrolíticos caracterizan los yacimientos entre el final del periodo Epipaleolítico y el inicio del Neolítico, los cuales fueron habitados por las comunidades humanas *protagonistas* de los primeros ensayos con el cultivo de plantas salvajes y el posterior desarrollo de las prácticas agrícolas.

La primera parte del trabajo se centra en conocer el contexto histórico en el que se dio paso este proceso de invención, cambio e innovación el procesado de plantas y otras sustancias con el utillaje de molienda y trituración.

### **1.1. Concepto, desarrollo de la investigación y características principales: El Neolítico en el Próximo Oriente**

La definición tradicional del concepto *neolítico* más seguida por la mayoría de investigadores se resume en la transformación socioeconómica que implica, como variación más significativa, la domesticación de recursos alimenticios salvajes, su explotación en forma de una nueva actividad económica (agricultura y ganadería) y una serie de cambios sociológicos entre los que destaca el establecimiento de poblados permanentes. Las controversias surgieron a partir del desarrollo de diversos proyectos de investigación sobre la problemática, que evidenciaron procesos de semi-sedentarización en el Próximo Oriente previos a la domesticación de especies salvajes, y que acreditaron procesos de domesticación de plantas en otros lugares del planeta, como sucede en algunas partes de América, sin que se documentara paralelamente ningún desarrollo aparente de poblados estables (Simmons 2007).

De este modo, bajo el punto de vista arqueológico no puede ofrecerse una definición universal para el concepto *neolítico*, ya que la variedad de eventos de neolitización,<sup>1</sup> separados en el tiempo y en el espacio, reduce el número de características comunes que puedan compartir los diferentes casos de estudio. El avance en la investigación durante el siglo XX y la publicación de numerosos datos sobre el proceso de neolitización han provocado una diversificación de las posturas científicas ante esta problemática histórica. En el propio desarrollo de la disciplina dedicada al ámbito de la “Revolución Neolítica” en el Próximo Oriente, línea que inició el prehistoriador V. G. Childe (1936), se observa cómo la inviabilidad de las diversas proposiciones que abogaban por una causa unitaria que activase el proceso de

---

<sup>1</sup> Entendemos como *neolitización* el proceso mediante el cual las comunidades existentes en un territorio (o llegadas desde otros lugares) adquieren y desarrollan las características básicas que se han propuesto a nivel general para definir el sistema de vida neolítico: el sedentarismo como forma de ocupación del territorio, y el paso de una economía cazadora-recolectora a una agrícola-ganadera.

cambio ha generado la proliferación de explicaciones alternativas que tratan de ajustarse al registro arqueológico existente bajo diferentes puntos de vista.

El desarrollo de las teorías sobre el origen de la economía productora se encuentra estrechamente vinculado con el propio desarrollo de la antropología general (Vicent 1990). De ahí que los proyectos de investigación hayan estado guiados por el afán de conseguir los datos empíricos que sostengan las diversas teorías explicativas propuestas a lo largo del siglo XX sobre las causas que propiciaron la adopción de una nueva economía productora. Proliferó inicialmente un énfasis en el determinismo medioambiental y la respuesta adaptativa de las comunidades humanas a partir de la lectura sesgada de la Teoría del Oasis de V.G. Childe (1952), que radicalizada más tarde, se convirtió en la Teoría clásica basada en el determinismo tecnoecológico (G. Clark, E. Higgs). En la misma línea, fueron planteadas la Teoría de las Zonas Nucleares (Braidwood 1960), la Teoría de las Áreas Marginales (Binford 1968; Flannery 1969), la Teoría Demográfica (Cohen 1981) y, finalmente, las propuestas que dan un papel protagonista a las estrategias económicas de los grupos humanos (por ej. el almacenaje, Testard 1982, 1988) y a los cambios en la ideología y los sistemas simbólicos de estos grupos (Hodder 1990; Cauvin 1994). En el transcurso de estos posicionamientos teóricos cabe destacar que en ocasiones la explicación del “cómo sucedió” reemplaza la explicación del “por qué ocurrió” el cambio en el sistema de vida entre el Pleistoceno y el Holoceno en esta área geográfica (el sistema cazador-recolector por el agricultor-ganadero).

De forma paralela a la evolución del marco teórico sobre el origen del modo de vida campesino en el Próximo Oriente, el trabajo de campo y la concepción de la arqueología como disciplina científica han dado pie a la progresiva ampliación del denominado “marco auxiliar” (Vicent 1988), es decir, el conjunto de contenidos de las hipótesis que no dependen de las nociones teóricas fundamentales sobre el cambio sociocultural contenidas en las mismas hipótesis. Gracias a este desarrollo en paralelo, hoy en día contamos con muchos más datos sobre en qué áreas se produjeron los primeros signos de sedentarismo; el control de especies silvestres y la definitiva domesticación de algunas de ellas (Fig.I.1.1.); los cambios en las relaciones sociales, contacto entre poblaciones, etc. Uno de los mayores avances se ha realizado desde la paleobotánica (ver *infra* apartado *El proceso de domesticación de las plantas...*) y la paleozoología, lo cual ha permitido definir una nueva concepción del proceso de domesticación basada tanto en su vertiente biológica (cambios a nivel morfológico y genético de las especies) como en la cultural (control social de las especies).

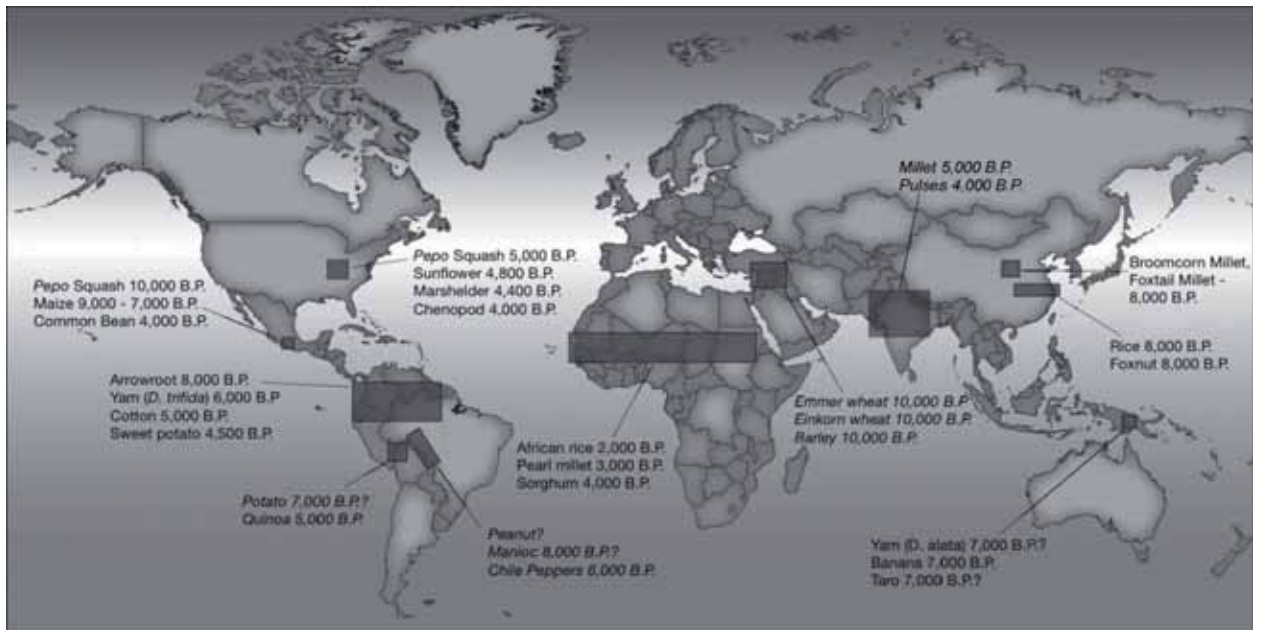


Fig. I.1.1. Centros de domesticación de plantas y las dataciones correspondientes (extraído de Price y Bar-Yosef 2011, Fig.1).

En las últimas décadas han surgido sobre todo posturas que priorizan el componente social del cambio que supuso el modo de vida agrícola-ganadero y la sedentarización. El papel de las **instituciones políticas** (Vicent 1979; Bender 1978) y de la **estructura social** en general, será el factor que finalmente determinará los cambios en el patrón demográfico y en las estrategias de subsistencia (Hernando 1994, citado en Saña 1999). Por tanto, se superan las posturas puramente ecológico-culturales al aceptar que son los factores internos de la sociedad (del *sistema*) los que actúan como motor dinámico de las transformaciones en la propia estructura social (Saña 1999).

Son notables las recientes aportaciones sobre el estado actual de la investigación en el Próximo Oriente (Byrd 2005; Verhoeven 2011; Price & Bar-Yosef 2011). De esta forma, las teorías más deterministas sobre el impacto del clima sobre la aparición del sedentarismo y el sistema de vida campesino han sido rebatidas mediante una datación más detallada de estos eventos climáticos y su correlación con el registro arqueológico. Así por ejemplo, en las tablas que publica Byrd (2005: 251-252) a partir de una selección de las dataciones radiocarbónicas calibradas con una desviación estándar menor, se observa cómo los asentamientos Natufienses y los primeros poblados del PPNA surgen en períodos de bonanza climática con un aumento de la temperatura y de las precipitaciones anuales. Por otra parte, los conceptos de **policentrismo** (existencia de varios focos de neolitización diferentes) y **territorialidad** (cambio en la territorialidad humana, nuevas formas de propiedad) son cada vez más aceptados como factores esenciales en las revisiones a las teorías sobre el proceso de neolitización en esta región (Gebel 2007; Watkins 1992).

Finalmente, durante la última década han surgido nuevas posiciones sobre el papel de los eventos rituales, concretamente los **festines**, en el proceso de cambio social que supuso la neolitización del Próximo Oriente en general y, sobre todo, en fenómenos más concretos como la domesticación de especies. De este modo, recientes investigaciones proponen un rol central

de los festines en las interacciones entre comunidades durante las últimas fases del Neolítico pre-cerámico (Goring-Morris & Horwitz 2007; Twiss 2008, citados en Asouti & Fuller). Los escenarios de festines como vehículo para la competición social que derivó en un incremento de la producción para obtener excedentes de alimentos (Hayden 2003, 2009), teoría marcadamente basada en referentes etnográficos, por el momento no presentan una base empírica suficiente como para ser factible en el contexto del Neolítico pre-cerámico del Próximo Oriente. Según B. Hayden, estos eventos festivos de carácter ritual y simbólico crearían determinados alimentos considerados de “prestigio” los cuales fueron manipulados por agregados de individuos o unidades domésticas determinadas. El incremento en la inversión para la producción de excedentes alimenticios destinados a la redistribución por vía de festines acabaría provocando la domesticación biológica de plantas y animales y, posteriormente, la transformación de estos alimentos desde ítems de prestigio hacia productos ampliamente disponibles.

Otros autores argumentan que el registro arqueológico regional sugiere más bien la integración social y no la competición social como función principal de los eventos rituales, especialmente los rituales mortuorios del Neolítico pre-cerámico (por ej. Kuijt 1996). Como síntesis a esta corriente, Asouti y Fuller (2013) realizan una aproximación que denominan “contextual” (*Contextual approach*) a la investigación sobre la producción de plantas en el Neolítico pre-cerámico. Más que una nueva teoría explicativa, estos autores se proponen discutir la distinción artificial que se ha formado entre comportamientos mundano-subsistenciales y ritual-simbólicos, y que tanto ha marcado la arqueología del Neolítico de esta zona. Su apuesta por una revisión a los contextos históricos en los que aparecen los primeros signos de cultivo de plantas en el Próximo Oriente también destaca el rol esencial de los eventos de consumo comunitario en el proceso de domesticación de especies.

Por tanto, desde una perspectiva general, se puede observar cómo los posicionamientos teóricos más difundidos sobre los orígenes de la economía productora han pasado de un determinismo ecológico como factor causal del cambio, pasando por la concepción de los grupos humanos como agentes económicamente eficientes buscando las estrategias de subsistencia más óptimas desde el punto de vista de la ecología cultural, hasta las teorías sociales que apuntan hacia instituciones políticas y el surgimiento de algunos líderes que provocarían la desigualdad social y la demanda de excedentes para mantener el nuevo orden social establecido (de tipo agrícola-ganadero). Como apuntan Price y Bar-Yosef (2011), todas ellas barajan variables potencialmente implicadas en el proceso de cambio, por lo que deben ser tratadas y discutidas a partir de la evidencia empírica disponible. Por último, a pesar de que también existen divergencias sobre el concepto de “*revolución neolítica*” como proceso de cambio no revolucionario, sino complejo y progresivo a lo largo de un período largo de tiempo (Gebel 2007), la transición al neolítico vuelve a tratarse como un fenómeno de cambio social (*revolución social*), tal y como lo planteó por primera vez V. G. Childe<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup>Diversos trabajos han tratado la evolución de las ideas de Childe sobre el proceso de neolitización entre la investigación posterior (Clop, Cruells, Molist [coord.] 2002). Vicent (1988:27) denuncia así: “...la herencia childeana es sustancialmente alterada por sus continuadores inmediatos, que omiten todo el aparato teórico general – el materialismo histórico- para conservar únicamente la estructura evolucionista en la que reposa su aplicación a la prehistoria.”

## **1.2. Contexto geográfico, zonas bioclimáticas del Próximo Oriente y periodización del Neolítico**

La gran área denominada Próximo Oriente delimita al oeste con el mar Mediterráneo, al suroeste con el mar Rojo, al sureste con el Golfo Pérsico, mientras que sus límites septentrionales y orientales son el arco montañoso de las Cordilleras del Tauro y el Zagros. Esta amplia zona tiene una rica variedad de ecosistemas fruto de un relieve característico y de unas influencias climáticas variables de tipo mediterráneo en la zona del oeste y seco y caluroso en la parte meridional. En términos generales, en este territorio se diferencian cuatro grandes áreas desde un punto de vista geográfico (Sanlaville 2000; Aurenche & Kozlowski 2003):

- El gran desierto sirio-arábigo situado en el centro y rodeado por diversas zonas de estepas semi-desérticas.
- La franja del Levante mediterráneo, delimitada a su vez por un sistema de relieves litorales y pre-litorales que forman unas depresiones que constituyen la prolongación del gran Rift africano en el que discurren varios ríos de régimen mediterráneo (Jordán, Orontes).
- La gran estepa arbórea atravesada al norte y al este por los dos grandes ríos de la región (Éufrates y Tigris) y sus afluentes (Balikh y Khabur del primero, y Gran Zab, Pequeño Zab y Diyala del segundo).
- El arco montañoso formado al oeste por la cordillera litoral doble paralela a la costa mediterránea, y al norte y al este por las cordilleras del Tauro y del Zagros.

Los valles y montañas, con una cubierta vegetal más densa, se distinguen de las estepas y el desierto en los que la cubierta vegetal disminuye progresivamente. Este territorio se caracteriza por una gran diversidad de medios naturales donde la oposición llanuras-montañas (paisajes abiertos-cerrados) y la oposición seco-húmedo a partir de una variada red hidrográfica han marcado un mosaico de biotopos cuyos límites han ido variando en función de los cambios climáticos.

La investigación arqueológica en el Próximo Oriente y, en especial, en la zona del Levante ha propiciado la distinción entre sub-zonas más específicas a nivel geográfico con el objetivo de facilitar el seguimiento histórico de los procesos regionales. A pesar de que algunos de los límites establecidos pueden resultar artificiales, debiéndose en gran parte al estado actual de las investigaciones y no a verdaderos territorios culturales, introducimos aquí la definición de estas sub-zonas como propuesta para caracterizar de manera más detallada el contexto de estudio (Fig.I.2.1).

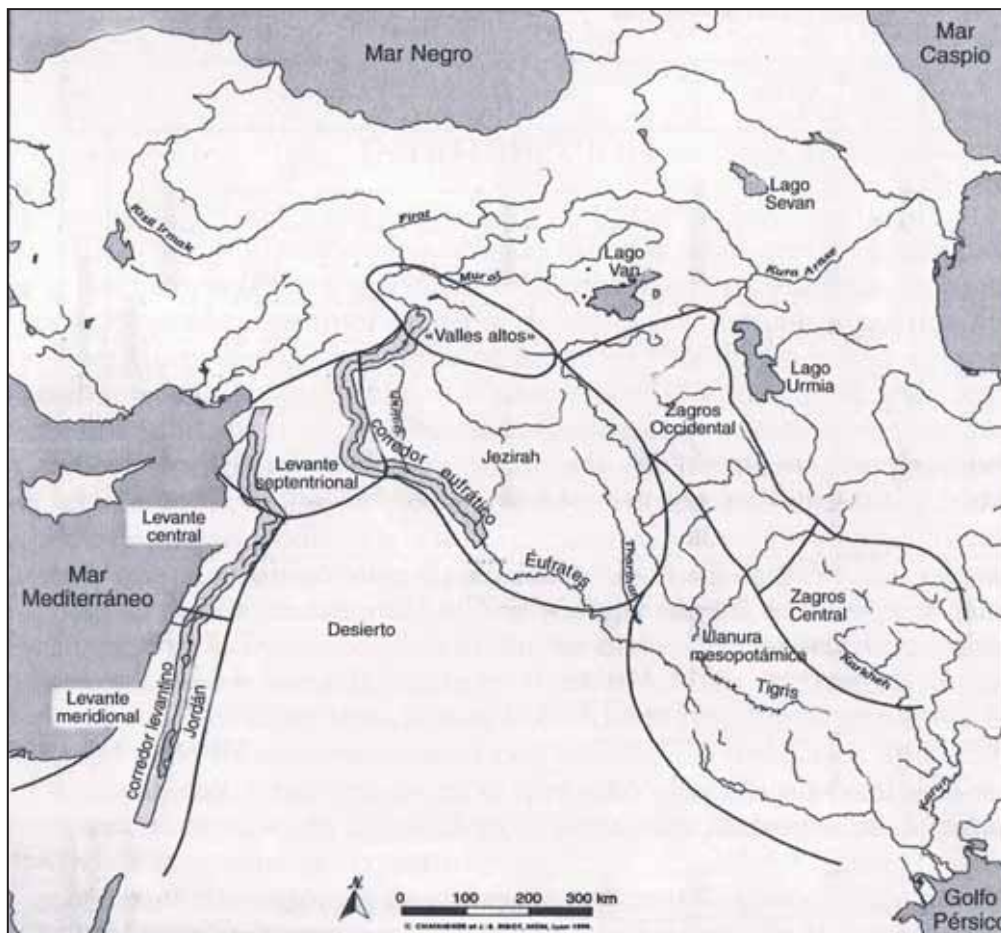


Fig. I.2.1. Mapa del Próximo Oriente con las subzonas propuesta en el texto. Extraído de Aurenche y Kozłowski 2003.

- El **Levante meridional o Levante sur** lo constituye la franja de territorio que abarca desde la costa mediterránea al desierto arábigo, y que engloba el “Corredor Levantino” (valle del Jordán y Wadi Araba) y las colinas y mesetas que lo rodean, hasta los desiertos del Sinaí y el Negev. Su límite septentrional se encuentra en el oasis de Damasco, zona que ha pasado a ser considerada de manera individualizada bajo la denominación de **Levante Central**. Los recursos de agua se concentran en las llanuras litorales y en el valle del Jordán, mientras que los extremos de ambos ejes (mesetas de Judea y Transjordania) son mucho más áridos y podrían constituir zonas de barrera aunque no infranqueables.

- El **Levante septentrional o Levante norte** continúa el mismo eje en dirección norte y lo constituyen la llanura litoral mediterránea y las mesetas interiores atravesadas por los ríos Litani, Orontes y Afrin, hasta el Éufrates medio en Siria (“Corredor Eufrático”)<sup>3</sup>. Su límite oriental corresponde con el desierto sirio en la parte meridional y la Jezirah al este, que constituyen la prolongación del desierto arábigo. La franja costera del Levante septentrional

<sup>3</sup> Otra sub-zona muy utilizada en la bibliografía general (V. G. Childe entre muchos otros) es el denominado Creciente fértil: el arco que se extiende de forma creciente desde Palestina hacia las montañas del Zagros, y que corresponde a la zona de transición entre el área mediterránea propiamente dicha y los espacios de aridez pronunciada que se adentran hacia el interior de la actual Siria. La singularidad del Creciente fértil es la presencia de especies salvajes de cereales, leguminosas y de mamíferos gregarios que serán domesticados en el Neolítico (Chambrade 2012:29, fig.16).



está separada de las mesetas interiores por una serie de macizos montañosos que sobrepasan los 2000 m (Libano, Antelíbano y Amanos). Cabe destacar que toda la franja costera levantina habría sido más ancha durante la prehistoria reciente: el nivel del Mar Mediterráneo estaba unos 100m más bajo en torno al 13500 a.n.e., alcanzando su nivel actual alrededor del 5000 a.n.e. Finalmente, la península de **Anatolia** ha ido formando otra sub-zona, con una destacada especificidad, pero vinculada con las zonas más meridionales, a la que las recientes investigaciones le asignan un papel fundamental en la investigación sobre el proceso de neolitización del Próximo Oriente.

- La **Jezirah** es la zona de piedemonte comprendida entre los corredores formados por el Tigris y el Éufrates, formando un territorio llano o ligeramente ondulado con vegetación de tipo estepario (250-300 m.s.n.m.). En esta zona, como en la mayoría de las regiones según la documentación actual, la ocupación humana se concentra a lo largo de la red hidrográfica: Balikh, Khabur, Wadi Tharthat, Gran Zab y Pequeño Zab. Sin embargo, cabe preguntarse si las zonas intermedias a los cursos de agua estaban desprovistas de ocupación humana o si más bien se trata de lagunas en el conocimiento arqueológico. Según los datos, el régimen de lluvias sería suficiente para desarrollar una agricultura de secano.

- Al norte de la Jezirah se encuentra la zona inicialmente denominada como sudeste de Anatolia y recientemente conocida como los **“valles altos” o cabeceras del Éufrates y del Tigris**. Se trata de un espacio cerrado al norte por cordilleras elevadas (más de 3000m) del Tauro oriental. La **Ilanura mesopotámica**, que prolonga hacia el sur la Jezirah, y los **Zagros occidental y oriental** son las demás zonas que constituyen el conjunto del Próximo Oriente en su vertiente más cercana ya al Golfo Pérsico y al Oriente Medio. Debido a la lejanía entre estas últimas zonas y las zonas estudiadas en este trabajo (Levante Septentrional y Central), no serán incluidas en el análisis comparativo ni en la contextualización de los resultados.

### ***Reconstrucciones paleoclimáticas del Próximo Oriente***

Los trabajos sobre paleoclima en el Próximo Oriente han contado con numerosos estudios, sobre todo en los últimos dos décadas en las que se han precisado dataciones y se han incluido los resultados de diversas disciplinas y fuentes de información paleoambiental (muestras lacustres y marinas, columnas polínicas, los datos arqueobotánicos y arqueozoológicos que aportan información sobre los biotopos preferentes de las especies, etc.) (Rossignol-Strick 1997; Sanlaville 1996, 1997; Helmer *et al.* 1998; Willcox *et al.* 2009)<sup>4</sup>. La multiplicación de los datos paleoambientales ha contribuido enormemente a la comprensión de los mecanismos climáticos de esta gran región, marcada por la diversidad geográfica y por el peso que pueden tener los eventos climáticos en el ámbito regional y local (Chambrade 2012: 74) (Fig.1.2.1).

Tras el período Tardiglaciario (19-13 ka cal BP) de mejora climática general (Blanchet *et al.* 1997), comienza el denominado Dryas reciente (13-11 ka cal BP), fase marcada por un clima seco y

---

<sup>4</sup> Para una revisión actualizada y detallada de los estudios sobre las fluctuaciones climáticas del Próximo Oriente, consultar Chambrade (2012:73-84). En este trabajo nos centraremos en las características principales de los períodos entre el Dryas Reciente y el inicio del Holoceno por su vinculación temporal con el inicio y la consolidación de las sociedades agrícolas.

frío, la cual será estudiada en diversos trabajos por constituir un posible evento climático que favoreciera nuevas estrategias de explotación de las plantas en la región del Creciente Fértil (Willcox *et al.* 2009; ver *infra* *El proceso de domesticación de las plantas*). A partir de los estudios a escala regional se ha podido constatar que, si bien el Dryas reciente significó una bajada de las temperaturas y una disminución de la pluviosidad (con efectos diferentes según regiones), el impacto medioambiental no fue comparable con otros episodios anteriores como el último máximo glacial (23-19 ka cal BP).

El inicio del Holoceno en general ha sido caracterizado por constituir un largo período de mejora climática a partir del aumento de las temperaturas y de las precipitaciones en el conjunto del Próximo Oriente<sup>5</sup>. Esta mejora llegará a un punto de máximo aumento en el denominado Óptimo climático del Holoceno, cuya cronología general ha presentado divergencias entre los estudios regionales (sobre todo Levante y Anatolia/Zagros). Sin embargo, los análisis parecen indicar una evolución climática similar entre el norte y el sur de la región levantina (Rossignol-Strick 1995, citado por Chambrade 2012), situando el Óptimo Holocénico entre el 10 y el 7 ka cal BP (Sanlaville 2000; Robinson *et al.* 2006, citado en Chambrade) (Fig. 1.2.1). En el caso del yacimiento de Jerf el Ahmar (PPNA) en el Valle medio del Éufrates, a partir de los datos arqueobotánicos y arqueofaunísticos se ha calculado que el régimen de lluvias a inicios del Holoceno sería al menos un 20% superior al actual (Helmer *et al.* 2008, citado en Chambrade 2012). Finalmente, a partir del 7 ka cal BP, la mayoría de estudios parecen señalar un aumento progresivo de la aridez en toda la región levantina.

### ***Horizontes / períodos / entidades culturales***

En una perspectiva general, existe un consenso amplio entre los investigadores del Neolítico en el Próximo Oriente en considerar el período Neolítico Pre-cerámico (*Pre-Pottery Neolithic*, PPN) como la etapa clave para el establecimiento de las primeras sociedades agrícola-ganaderas en Oriente Próximo. Es una etapa que se sitúa en torno al 10200 y el 8000 BP aproximadamente, y que se caracteriza por una asociación recurrente de atributos en el registro material, que han permitido observar una tecnología lítica determinada y el desarrollo de la domesticación de plantas y animales, y por la aparición de los primeros poblados agregados (Cauvin 1994; Bar Yosef & Belfer Cohen 1992; Kuijt 2000; Kuijt & Goring Morris 2002). La división interna de este gran período en dos sub-períodos (el Neolítico Pre-cerámico A y el Neolítico Pre-cerámico B)<sup>6</sup> ha merecido ciertas distinciones a nivel de sub-zonas, así como el debate de algunos autores sobre posibles sub-divisiones suplementarias que se ajusten mejor al registro arqueológico actual. Para el **Levante sur y central** se acepta la

---

<sup>5</sup> Cabe destacar sin embargo los episodios puntuales de clima seco que también marcaron el inicio del Holoceno en ocasiones en diversos puntos del mundo, como por ejemplo el ampliamente discutido episodio 8.2 ka cal BP, el cual afectó esencialmente la sub-zona del Levante sur (Chambrade 2012:82). Su incidencia en el Levante norte no ha sido estudiada en profundidad aunque ha sido destacada por algunos investigadores (Akkermans *et al.* 2011).

<sup>6</sup> A partir de aquí utilizaremos en el texto las siglas del inglés PPNA (*Pre-Pottery Neolithic A*) para designar al horizonte Neolítico Pre-cerámico A, las siglas PPNB (*Pre-Pottery Neolithic B*) para designar al horizonte Neolítico Pre-cerámico B y las siglas EPPNB, MPPNB y LPPNB (*Early, Middle y Late Pre-Pottery Neolithic B*) para designar las sub-divisiones suplementarias del horizonte PPNB (Neolítico Pre-cerámico B antiguo, medio y reciente).

distinción entre **PPNA** (11700-10500 Cal BP), **PPNB** (10500-8700 Cal BP) y el **PPNC o PPNB Final** (8600-8250 Cal BP) (Kuijt & Goring Morris 2002)<sup>7</sup>.

En el caso del **Levante Norte**, el esquema crono-cultural seguido es similar al anterior aunque presenta patrones de desarrollo particulares evidenciados en el registro arqueológico. Según Cauvin (1978; 1987), el **PPNA** podría tener una mayor antigüedad, representada por la fase Khiamiense, y sería el germen para el desarrollo posterior del PPNB en la zona meridional. El horizonte posterior, también denominado **PPNB** (9500-8000 Cal BP), puede ser subdividido de manera clara entre **Early PPNB**, **Middle PPNB** y **Late PPNB**. A diferencia del Levante sur, la denominación de PPNB Final o PPNC ha sido poco usada y siempre limitada a algunas manifestaciones de ocupaciones en oasis de la zona más al sur. En el Levante norte, en términos más estrictos, la aparición de la cerámica entorno al 8000 BP, es decir, con una mayor antigüedad que en el Levante Meridional, permite definir un horizonte posterior, denominado Pre-Halaf o *Late Neolithic* que comprende todo el VIII milenio BP.

Posteriormente, J. Cauvin, M.C. Cauvin, F. Hours, L. Copeland y O. Aurenche realizan la propuesta de periodización de la *Maison de l'Orient et de la Méditerranée* de Lyon (MOM), con el objetivo de ofrecer una visión sintética y actualizada de la evolución cronológico-cultural en el conjunto de Próximo Oriente desde las últimas comunidades de cazadores-recolectores del Paleolítico Superior hasta la aparición de la llamada civilización pre-urbana (final del período Obeid) (Hours *et al* 1994; Aurenche *et al.* 1981 y 2001). La división en seis períodos ha sido determinada a partir de criterios arqueológicos en conjunción con las dataciones radiocarbónicas calibradas disponibles (Fig.1.2.2).

---

<sup>7</sup> En relación a las dataciones citadas por otros autores, en este trabajo se mantiene el sistema utilizado por cada autor, si bien se prioriza la utilización de dataciones calibradas antes de nuestra era (Cal ANE).

PERIODOS	CRONOLOGÍA	ETAPAS DE LA NEOLITIZACIÓN
5	8500-7500 BP	<b>Aparición de la cerámica</b> (Pre-Halaf, DFBW, etc.) en el "Creciente fértil"
		Culturas sin cerámica (PPNB final) en las zonas desérticas
		Aparición del nomadismo agropastoril
		Difusión hacia el desierto y hacia Europa (Mediterráneo, Europa central)
4	7500-7000* 8500-8000 BP	<b>PPNB Reciente</b>
		Nuevas especies vegetales domésticas: trigo harinero ( <i>T. aestivum</i> ), cebada desnuda, lino
		Aumento demográfico generalizado Difusión del Neolítico hacia el litoral y Anatolia levantina
3b	8200-7500* 9200-8500 BP	<b>PPNB Medio</b>
		Arquitectura rectangular estandarizada
		Cereales y leguminosas domésticas
		Domesticación del buey
		Difusión del PPNB hacia el Levante Sur y Chipre Útiles con grandes láminas de sílex insertadas
3a	8700-8200* 9500-9200 BP	<b>PPNB Antiguo en el Éufrates</b>
		Casas de planta rectangular
		Agricultura pre-doméstica
		Domesticación de la cabra, la oveja y el cerdo
		Persistencia del PPNA en el Levante Sur
		Nueva finalidad de la talla lítica bipolar Nuevos útiles: grandes puntas de proyectil sobre lámina de sílex
2b	9500-8700* 10000-9500 BP	<b>Fase final de Jerf el Ahmar</b>
		Edificios colectivos especializado en lugares de reunión
		Regresión a las construcciones arquitectónicas individuales
		Nueva gestión de los núcleos bipolares
		<b>PPNA: Sultaniense, Aswadiense, Mureybetiense</b>
		En el Éufrates: pase de las casas de planta redonda a las casas de planta rectangular, proyectos arquitectónicos colectivos, edificios comunitarios polivalentes
		Agricultura pre-doméstica
		Difusión del Mureybetiense hacia el sudeste de Anatolia Diversificación de los tipos de puntas de flecha y nuevos tipos de cuchillos
2a	10000-9500* 10200-10000 BP	<b>Khiamiense</b>
		Casas de planta redonda
		Caza, pesca y recolección diversificadas
		Talla lítica bipolar. Primeras puntas de flecha
1	12000-10000* 12200-10200 BP	<b>Natufiense</b>
		Primeros poblados sedentarios en fosa redonda
		Caza, pesca y recolección diversificadas
		Utillaje microlítico

Fig. I.2.2. Cuadro crono-cultural elaborada por Stordeur & Abbès (2002) siguiendo la propuesta por periodos de la *Maison de l'Orient et de la Méditerranée* de Lyon. Las dataciones con \* se presentan en Cal ANE.

Otra línea de debate se ha centrado en la correspondencia entre el marco histórico y cronológico del Levante Norte y el del Levante Sur (Fig.I.2.3.). El problema, como es habitual en tantas otras regiones, subyace del propio mecanismo tradicional de formación de las secuencias crono-culturales, el cual está basado en la definición de "culturas" y cotejarlas a partir de la comparación de materiales arqueológicos procedentes de áreas geográficas diferentes, en lugar de tratar de reconstruir los contextos sociales que dieron lugar a la aparición del nuevo sistema de vida agrícola-ganadero. A pesar de estas carencias, el marco temporal en el cual se ubica este trabajo, el cual abarca todo el periodo Neolítico en su conjunto, nos permite tratar nuestra problemática de estudio a través de las principales fases

(PPNA, EPPNB, MPPNB, etc.), sin que los problemas de periodización a menor escala afecten significativamente al desarrollo del presente trabajo.

Por tanto, cabe destacar que en ningún momento de la Prehistoria de esta región se puede considerar una cultura unitaria del tipo “*pan-Near Eastern culture*” (tal y como enfatiza Byrd 2005), sino que entre el Pleistoceno final y el inicio del Holoceno se desarrollan una de complejos culturales variedad a escala regional que interactúan entre ellos de muy diversas maneras. Este sería el caso de la discusión sobre el horizonte PPNB, definido inicialmente como una cultura (Kenyon 1957), pero que la investigación posterior y sobre todo las síntesis y discusiones en diferentes coloquios ha permitido una mayor precisión en sus características (ver *infra*). Otro caso similar es el del horizonte Halaf, en el que la cerámica actúa como fósil director, aunque ha resultado difícil establecer una exposición coherente del contexto social de los conjuntos arqueológicos de este horizonte histórico (ver *infra* 1.3.).

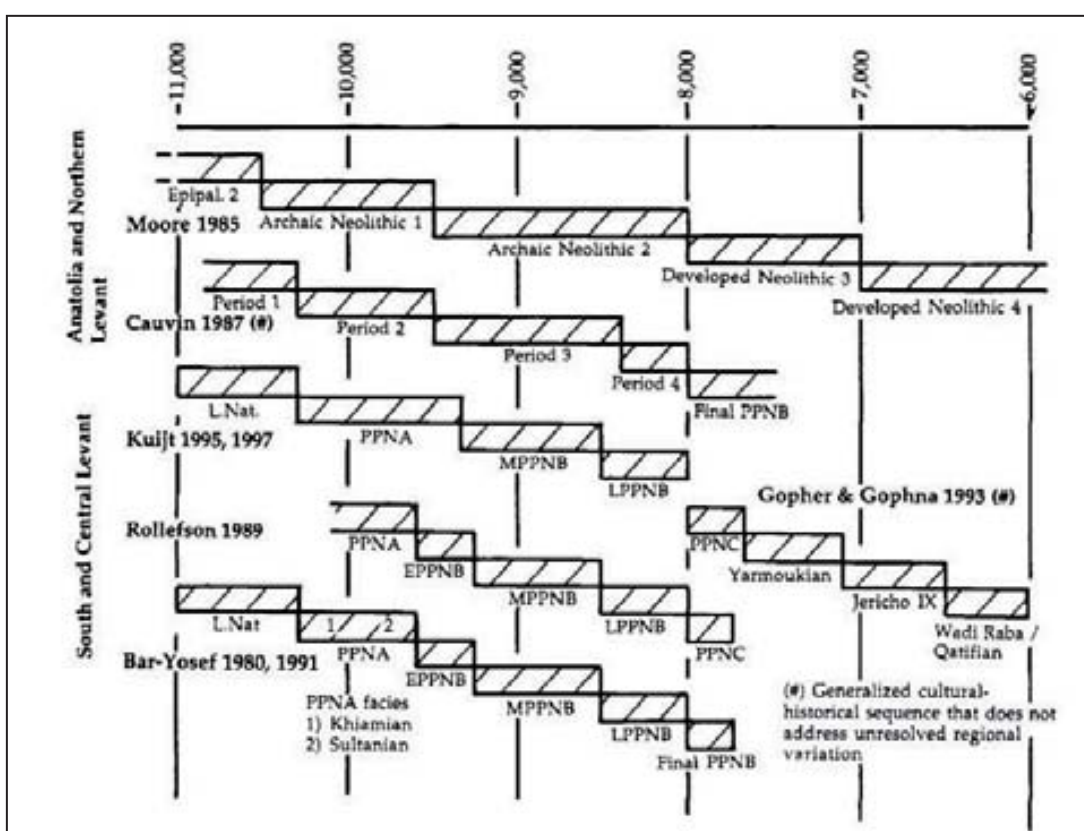


Fig. I.2.3. Correspondencia relativa entre las diversas propuestas de esquemas histórico-culturales para el Levante Sur y Central, y para el Levante norte y Anatolia (Kuijt 2000).

A continuación, se realiza una revisión sintetizada del registro empírico disponible para el Próximo Oriente entre el final del Epipaleolítico (Natufiense) y las diversas fases que conforman el Neolítico Pre-cerámico y Cerámico. Conscientes del volumen de documentación disponible para una zona tan amplia y de un período tan trabajado por tantos equipos de investigación, se tratará de destacar las características principales, así como las innovaciones y desarrollos mejor conocidos para cada una de las fases estudiadas en este trabajo.

### 1.2.1. Los antecedentes: LOS ULTIMOS CAZADORES-RECOLECTORES (12,800-10,300 Cal ANE)

Diversas de las transformaciones socio-económicas que identificamos durante las primeras fases del Neolítico presentan un origen en el período epipaleolítico precedente denominado Natufiense. El término Natufiense fue introducido por Dorothy Garrod (1928) con el objetivo de denominar a los últimos cazadores-recolectores de las zonas del Levante mediterráneo de Próximo Oriente, quienes, a través de las excavaciones que se realizaban en aquellos años en el yacimiento de Shukbah, presentaban características innovadoras en relación a los anteriores grupos de cazadores recolectores del Paleolítico Superior<sup>8</sup>. Estos cambios fueron principalmente la aparición de asentamientos más grandes y la documentación de estrategias de explotación de los recursos más intensas y diversificadas, incluida la recolección de cereales silvestres.

El conocimiento de este período cuenta con evidencias dispares entre las diversas zonas del Próximo Oriente. El Levante (especialmente el Levante Sur) cuenta con un número elevado de yacimientos excavados o sondeados, además de una notable bibliografía al respecto, mientras que en otras zonas como el Zagros, la Jezirah y los valles altos se conocen menos asentamientos.

Durante los últimos decenios, las síntesis realizadas sobre el período Natufiense inciden, en primer lugar, en el proceso de sedentarización que se inicia en estas cronologías y que se consolida en el período siguiente del PPNA. El punto de partida es la constatación de que el fenómeno de la sedentarización de las comunidades del Natufiense inicial se produce de manera independiente y con una anterioridad de c. 3000 años al modo de vida agricultor. La transformación crítica que supone el cambio de un estilo de vida móvil a uno sedentario tendrá consecuencias evidentes en la organización social de las comunidades natufienses (Cauvin 1978, 1994; Bar-Yosef 1980; Belfer-Cohen & Bar-Yosef 2000; Goring Morris & Kuijt 2002).

A nivel práctico, el sedentarismo puede resultar muy difícil de documentar mediante evidencias estrictamente arqueológicas (restos de la cultura material, como arquitectónicos, líticos, macrolíticos, fauna, sepulturas). Por este motivo, algunos investigadores se han decantado por utilizar indicadores bio-arqueológicos, tales como la presencia de animales comensales (ratas, arañas, etc.), así como por desarrollar análisis faunísticos que puedan detallar la edad de la muerte de gacelas, etc. Igualmente, se consideran ciertos elementos arqueológicos como evidencias que apuntarían hacia el sedentarismo: estructuras en piedra y adobes, grandes instrumentos macrolíticos y estructuras de almacenaje como silos y fosas, sobre todo presentes más adelante en el PPNA, indicarían estrategias combinadas de asentamientos permanentes junto a grupos móviles que se abastecen de recursos por el territorio.

---

<sup>8</sup> La nomenclatura tradicional de tipo taxonómico introducida por Garrod distingue dos grandes grupos principales: el Natufiense para el Levante, y el Zarziense para los Zagros. Otros autores como Solecki (1981) utilizan el término Protoneolítico en el caso del yacimiento de Zawi Chemi Shanidar, en los Zagros Occidentales.

En segundo lugar, se ha destacado que el Natufiense se distingue sobre entidades anteriores en el Levante por su amplia cultura material, como sugieren una gran cantidad de utensilios macrolíticos, útiles en hueso, objetos de arte y ornamentos variados. También es la primera entidad arqueológica del Levante que reúne sustanciosos restos arquitectónicos así como un gran número de sepulturas enterradas (más de 400). Por otra parte, el microlitismo continúa dominando las industrias líticas talladas, al igual que en el período anterior (Kebariense).

En términos generales, los yacimientos natufienses se agrupan entre: campamentos base, grandes sitios constituidos por las características citadas más arriba, y pequeños asentamientos con reducidas arquitecturas, sin sepulturas, y con una presencia menor de instrumentos macrolíticos y óseos (Bar-Yosef 1983).

Durante un Natufiense inicial (12,800-11,000 Cal ANE), se considera que las comunidades estaban formadas mayoritariamente por cazadores-recolectores practicando una movilidad anticipada, cuyas agregaciones se convirtieron gradualmente en asentamientos permanentes, cambiando su estilo de vida. Una vez iniciado el Natufiense Tardío (11,000-10,300 Cal ANE), fueron ya, al menos en las zonas nucleares, cazadores-recolectores sedentarios especializados en estrategias de abastecimiento de alimentos particulares, principalmente mediante la recolección intensiva de cereales y/o bellotas y lentejas. Los restos faunísticos recuperados en yacimientos natufienses reflejan una explotación de recursos alimenticios del tipo “amplio espectro” (Flannery 1973), es decir, mediante la diversificación de las especies explotadas.

Es interesante destacar el eje vertebrador de la corriente interpretativa de Belfer-Cohen y Bar-Yosef (2000) respecto al período Natufiense, según la cual la evidencia sobre los cambios en las producciones artefactuales, así como en las prácticas funerarias, indicaría no sólo un incremento en la movilidad de los grupos, sino también una mayor expresión de fronteras territoriales en el Natufiense final. En especial, el gran número de sepulcros multi-individuales de esta fase puede ser interpretado como una expresión de cohesión de grupo, ya que se mostraría una mayor concentración de esfuerzos hacia enterramientos en lugares específicos actuando como marcadores territoriales o medios que limiten la desigualdad social (Kuijt 1996).

La riqueza del conjunto artefactual y de los yacimientos en el Levante Sur no tiene paralelos en la zona más septentrional. En efecto, el número de asentamientos es mucho más reducido, aunque destacan los dos clásicos asentamientos de Abu Hureyra y Tell Mureybet en el Éufrates medio (Moore *et al.* 2000; Cauvin 1994; Ibáñez *et al.* 2008). Hallazgos más recientes han ampliado notablemente el conocimiento del Natufiense, como el asentamiento en cueva de Baaz (Connard *et al.* 2006) cercano al oasis de Damasco. Hacia el norte, en la región de Homs, destacan dos nuevos programas de investigación, uno en la zona montañosa del Bal’as, en la región de Salamiyeh, donde se ha localizado un campamento al aire libre, Wadi Tumbaq 3 (Abbès 2008, com. pers.), y otro ejemplar sería el asentamiento de Jeftelik, un campamento al aire libre con estructuras de habitación semiexcavadas (González *et al.* 2011). Finalmente en la región septentrional del Rouj, en los niveles superiores de la cueva de Dederiye, ha aparecido una estructura de habitación de grandes dimensiones (Nishiaki, com pers.). Los nuevos hallazgos cambian de manera significativa la distribución de los asentamientos de este período en la zona del Levante Norte, incorporándose varias áreas nuevas, todas ellas situadas en las

proximidades del “foso central”, es decir, la continuación de la falla del Rif Valley del continente africano.

El papel otorgado a la **industria macrolítica** como una de las características del Natufiense se menciona de manera reiterada en las obras de síntesis (Cauvin 1997; Aurenche & Kozlowski 1999; Belfer-Cohen & Bar-Yosef 2000, etc.). De hecho, no se trata de una novedad tecnológica, ya que instrumentos de molienda y trituración (molinos y morteros) se documentan ya en yacimientos del Paleolítico Superior, sino que estos instrumentos constituyen ahora elementos habituales entre el utillaje Natufiense, especialmente los morteros hondos de grandes dimensiones. Estos morteros generalmente elaborados sobre basalto, alcanzando los 50-60 cm de profundidad, se asocian con pilones cilíndricos de base ancha que pueden aparecer decorados. Destaca también la presencia de molinos y moletas mayoritariamente en caliza, y de un útil singular asociado a los dos anteriores, las piedras con cúpula tanto en su versión estática encajada en el suelo o formando parte del estrato rocoso de los asentamientos (*bedrock features*, según terminología de Rosenberg & Nadel, 2011) (Fig.1.2.4), como en su versión móvil que será posteriormente predominante durante el PPNA.

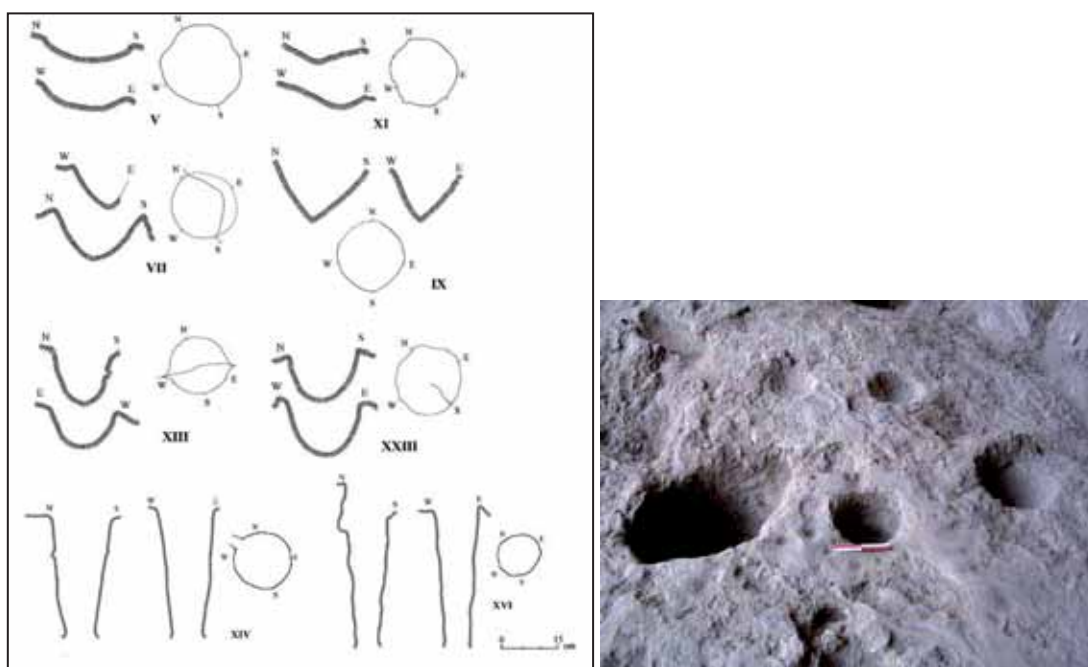


Fig. 1.2.4. Izquierda) Cavidades excavadas en la roca en el yacimiento de Rosh Zin (Palestina), Natufiense final; derecha) otro ejemplo procedente del yacimiento Raqefet Cave (Palestina), Natufiense final (Rosenberg&Nadel 2011, fig.2-3).

La interpretación de este utillaje se relaciona con dos aspectos fundamentales de la investigación sobre este período: el establecimiento de poblados semi-permanentes, o permanentes, y la intensificación de la recolección de plantas silvestres. La presencia y número de este tipo de utillaje denominado “pesado”, costoso de transportar, se tomó como marcador de una ocupación más prolongada de los asentamientos. Sin embargo, más que un elemento identificador de procesos de sedentarización en el sentido estricto, existen casos



contemporáneos al Natufiense (Isna y Qada, en el valle del Nilo<sup>9</sup>) que indicarían más bien un retorno periódico a campamentos que contasen con estos útiles por parte de los mismos grupos móviles. Ejemplos etnográficos como los grupos semi-nómadas de Tichitt también sostendrían esta hipótesis (Roux 1986)<sup>10</sup>.

Por otra parte, la presencia de utillaje de molienda y trituración también ha dado pie, junto a una ampliación de la documentación de los datos arqueobotánicos en los yacimientos de la zona del Levante, a proposiciones entorno a un cultivo incipiente de cereales silvestres por parte de los grupos natufienses. El incremento en la recolección de especies salvajes que serán posteriormente domesticadas, junto a una diversificación en su procesado para el consumo (presencia notable de molinos, morteros y piedras con cúpula) estaría indicando los primeros pasos hacia el proceso de domesticación de plantas en la región levantina (ver *infra Proceso de domesticación de las plantas*).

### 1.2.2. Neolítico Pre-cerámico A (PPNA, 10300-8800 Cal ANE)

Para el siguiente período se constatan de nuevo disimetrías remarcables entre los datos disponibles en las diversas zonas, ya sea por causas vinculadas a la investigación o a la conservación de yacimientos, siendo el Levante Sur la zona mejor conocida hasta el momento, pero a la que habrá que añadir la zona del Valle del Éufrates y sudeste de Anatolia a medida que las publicaciones definitivas de los últimos trabajos de excavación salgan a la luz (Jerf el Ahmar, tell Abr, etc.). A pesar de estas carencias, en términos generales se documenta una disminución relativa del número de asentamientos en el PPNA, aunque acompañada de otros fenómenos relativos al patrón de asentamiento. De este modo, se documentan poblados más grandes (1-2 ha) y aglutinados, situados ahora en áreas con un elevado acceso al agua, ya que sus habitantes desarrollarán un cultivo de plantas que dependerá de los regímenes de pluviosidad (Bar-Yosef 1991, 2001a; Bar-Yosef & Meadow 1995; Cauvin 2000; Kuijt & Goring-Morris 2002). Por último, aunque no sean numerosos, los asentamientos PPNA sí cuentan con una amplia distribución sobre el territorio.

Sobre las líneas de continuidad y las transformaciones entre el Natufiense y el PPNA, desde una perspectiva de tipo difusionista se observa que la mayoría de las características de los asentamientos natufienses de la zona considerada “nuclear” (Monte Carmelo y Galilea, según Aurenche & Kozlowski 2003) se mantienen y aparecen ahora también hacia el Zagros y la Jezirah:

---

<sup>9</sup> Isna y Qada, yacimientos citados por Aurenche y Kozlowski (2003:34) en los que la ausencia de trazas de arquitectura contrastaban con la presencia de molinos “durmientes”. Además, los análisis polínicos sugieren que en ambos asentamientos se desarrolló la recolección de trigo y cebada silvestres.

<sup>10</sup> Roux (1986) analiza el valor heurístico del instrumental de molienda y trituración a partir de un ejemplo etnográfico (población actual de Tichitt, Mauritania), y en relación al modo de vida de los grupos prehistóricos (sedentarios o semi-nómadas). Para ello no se basa solo en la presencia / ausencia de útiles sino en su densidad por habitación. Las conclusiones no son definitivas (los dos modos de vida presentan material de molienda, normalmente con una densidad superior entre los sedentarios), aunque sí permiten detectar que los grupos móviles también poseen útiles de molienda en asentamientos estacionales que ocupan en una época determinada del año.

- Estrategias de subsistencia basadas en la caza y la recolección;
- Experiencias con el cultivo de vegetales;
- Hábitats permanentes y reagrupados;
- Plantas de casas circulares y semi-excavada;
- Industria lítica y macrolítica con características similares;
- Arte mueble, etc.

Se ha llegado a proponer que sobre esta base común, las diversas innovaciones aparecidas en cada zona constituirán los rasgos regionales que distinguirán sociedades con tradiciones distintas. Este proceso se centra principalmente en las producciones líticas, con la aparición de nuevos tipos de puntas (Kham, Heluán), la introducción de las hachas talladas y las hachas pulidas, y, especialmente relevante para la zona del Éufrates, la nueva tecnología de talla bipolar<sup>11</sup>.

En los yacimientos de esta fase se documentan otro tipo de elementos nuevos que afectan a las técnicas constructivas ( “invención” de los adobes y aparición de elementos constructivos de piedra tallada en Jericó, M’lefaat, Jerf el Ahmar), así como elementos arquitectónicos tipo banquetas y estructuras probablemente de uso y de tipo colectivo de almacenaje<sup>12</sup> que acompañan a nuevas formas de organización espacial de los poblados, y sobre todo, las construcciones también de tipo comunitario (edificación de terrazas como sistema constructivo de los poblados; la torre de Jericó; edificios colectivos de Jerf el Ahmar, Abr’, Mureybet, Hallam Çemi, Gobekli Tepe). En yacimientos del PPNA del Éufrates Medio se produce una innovación determinante: el paso de la planta circular a la planta rectangular, cuya evolución puede verse claramente por primera vez en la secuencia de Jerf el Ahmar (ver *infra* 1.3 *Zonas de estudio, el yacimiento de Jerf el Ahmar*).

La circulación de materias, objetos e ideas y el contacto interregional documentado en el natufiense<sup>13</sup> también aumenta en el PPNA mediante nuevos objetos y materias como el betún natural, las *cypraea*, y la obsidiana (Bar-Yosef & Meadow 1995; J. Cauvin 2000; M. C. Cauvin 1998), así como también por los nuevos modelos arquitectónicos. Las plantas de las casas serán paulatinamente más estandarizadas (según regiones), con cimientos en piedra y alzado mediante paredes mayoritariamente de adobe.

Por otro lado, los objetos artísticos (figuritas modeladas con arcilla, decoraciones grabadas o esculpidas) denotan un cambio profundo en los sistemas simbólicos de los grupos PPNA. J. Cauvin (1997, 2000), pionero en este tema de investigación en el Próximo Oriente (ver *supra*), advierte que el desarrollo de los sistemas ideológicos preceden la aparición de la agricultura, y que de alguna manera el surgimiento de divinidades fue necesaria para cambiar la relación entre el hombre y su medio natural. Yacimientos únicos como Gobekli Tepe (Schmidt 2000), con una expresión artística sobre elementos arquitectónicos de tipo monumental (con toda la

---

<sup>11</sup> Para una introducción a las industrias líticas del Próximo Oriente del período PPNA, consultar Aurenche y Kozłowski 2003; Abbès, 2003.

<sup>12</sup> Sobre recientes evidencias de sistemas de almacenaje en el PPNA, ver Kuijt y Finlayson 2009; Willcox y Stordeur 2012.

<sup>13</sup> Un caso excepcional se observa en el basalto como materia prima para la confección de instrumental macrolítico (Weinstein-Evron *et al.* 1999, 2001), documentado a partir de análisis físico-químicos en yacimientos natufienses hasta 100km desde los afloramientos basálticos de donde fueron extraídos.

carga de trabajo colectivo que debió generar su construcción), no hacen más que destacar la importancia de este cambio ideológico sin precedentes. Las prácticas funerarias también experimentan cambios, destacando el inicio y primer desarrollo de los tratamientos secundarios de cráneos, en un tipo de ritual conocido con el nombre genérico de “culto a los cráneos”. Estas prácticas son muy específicas de la zona del Levante central y meridional, destacando el conjunto de cráneos documentados en Jericho y tell Qaramel (Stordeur 2003; Stordeur *et al.* 2010; Kanjou 2009).

En torno a las estrategias de subsistencia, lo cierto es que en diversas ocasiones se da por sentado que los yacimientos PPNA practican ya una “agricultura extensiva” (Byrd 2005) sin atender a la complejidad del propio proceso de adopción de las prácticas agrícolas (ver *infra El proceso de domesticación de las plantas...*). De hecho, los datos apuntan hacia una dieta más bien diversa, con una importancia alta de los cereales (escanda, escaña, centeno y cebada silvestres) entre otras especies (leguminosas, pistachos, bellotas, etc.) (Willcox *et al.* 2007), en conjunción con la caza diversificada de presas de talla pequeña como tortugas, lagartos y aves (Bar-Yosef 2001a; Cauvin 2000) y grandes mamíferos en el Levante meridional (gacela) y en el Éufrates (gacela, équido). Según Davis (2005), entre finales del Epipaleolítico e inicios del PPNA se produce un cambio paulatino en el espectro faunístico: las gacelas cazadas son cada vez más inmaduras, lo cual se ve recompensado con la captación de presas pequeñas como las citadas aves, pequeños mamíferos, pescado y anfibios. Finalmente, el análisis de la edad de las presas y algunos aspectos morfológicos han llevado a proponer hipótesis sobre una preganadería iniciada a partir del control de las manadas salvajes (Rosenberg *et al.* 1998, rebatido por Starkovich & Stiner 2009; Ducos 1978, 1993).

Sobre las **industrias macrolíticas** (Fig.1.2.5.) destaca la desaparición de los morteros hondos del Natufiense a favor de nuevos molinos-mortero (molinos planos en cuya parte central se han horadado una o varias cavidades circulares), de las piedras con cúpula y los pilones cilíndricos. En el PPNA comienzan a detectarse verdaderas estaciones de molienda con molinos *in situ* en el interior (Jarf el Ahmar, Mureybet) y en el exterior (Hallam Çemi) de las casas, dispuestos sobre banquetas o sobre el suelo. Las cúpulas excavadas en el sustrato rocoso parecen disminuir en número a partir del PPNA, cambiando el soporte por grandes bloques o losas con cúpulas y situándose ahora en el interior del espacio doméstico (Rosenberg & Nadel 2011). Otro grupo funcional que destaca son las piedras con ranura, con una decoración más espectacular en los yacimientos del Valle medio del Éufrates) y la vajilla de piedra, también notablemente decorada mediante incisión. Por último, aparecen nuevos útiles como las “bolas” piqueteadas y las denominadas de manera un tanto confusa “cabezas de maza”, ya que no está clara su función (Aurenche & Kozłowski 2003).

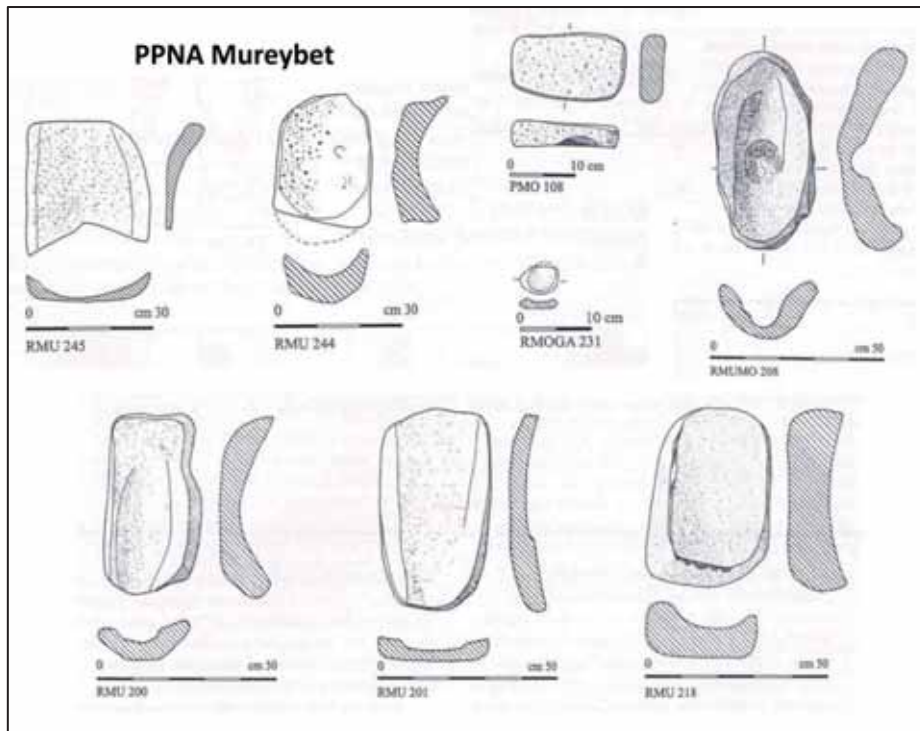


Fig. I.2.5. Molinos recuperados en los niveles PPNA de tell Mureybet (Nierle, 2008)

### 1.2.3. Neolítico Pre-cerámico B (PPNB, 8800- 6900 Cal ANE)

La segunda fase del período Pre-cerámico viene marcada por el inicio y la consolidación de las nuevas prácticas económicas, ya basadas en una agricultura y ganadería de tipo doméstico (aparición de especies vegetales y animales morfológicamente domésticas), y por el incremento progresivo del espacio habitado en los poblados. La subdivisión interna de esta fase (*Early*, *Middle* y *Late* PPNB) también se ha visto afectada por divergencias entre las distintas zonas (Levante meridional y septentrional, ver discusión en Kuijt 2000, Fig. I.2.3.). Sin embargo, trataremos de seguir este esquema cronológico para tratar aquellos aspectos que acontecieron en momentos concretos del PPNB, especialmente en relación al Levante norte que es la zona principal de nuestro estudio y para la cual el consenso entre los períodos cronológicos es relativamente amplio entre los investigadores.

Se constata a grandes rasgos el abandono de muchos sitios PPNA (Jerf el Ahmar, M'lefaat, Qermez Dere, Netiv Hagdud, etc.), la ocupación de nuevos (tell Halula, Bouqras, Ghoraife, Ain Ghazal, etc.) o la reocupación de emplazamientos anteriores (Jericó fase PPNB, Beidha, Abu Hureyra II, etc.). La distribución de los asentamientos denota una preferencia por los emplazamientos propicios para la agricultura (fondos de valle, confluencia de ríos, torrentes, oasis), a pesar de que los afloramientos de sílex también parecen jugar un papel importante en determinados casos.

Diversas de las transformaciones documentadas en el PPNA continuarán su desarrollo en el PPNB. Los poblados continuarán creciendo (hasta 10-15 ha en el LPPNB), se generaliza la planta rectangular como modelo arquitectónico, las industrias lítica y macrolítica se mantienen a grandes rasgos (aunque aparecerán nuevas producciones como las grandes puntas de proyectil<sup>14</sup>), mientras que la elaboración de figuritas de arcilla antropomorfas o zoomorfas y la circulación de materias a grandes distancias se intensifica (Aurenche & Kozłowski 2003).

A nivel arquitectónico destaca la aparición de nuevos modelos de hábitat: las casas de planta pluricelular relativamente compleja y construidas a nivel del suelo (tell Halula, Abu Hureyra II, Ain Ghazal) y, en la zona de Anatolia, el modelo de casa sobreelevada (con basamentos de tipo *cell plan* y *grill plan*, en Çayonu, Nevali Çori y Cafer Höyük).

No cabe duda de la repercusión que debieron tener las nuevas prácticas económicas (agrícola y ganadera) sobre la organización social *intra- e inter-grupal*. Por otra parte, ¿hasta qué punto fueron los propios cambios en la esfera social e ideológica los que motivaron nuevas estrategias de subsistencia (como defiende Cauvin 1997, 2000)? Un conjunto muy significativo de aspectos dan pie a discutir esta cuestión:

- La **nueva organización interna de los poblados** (en sus diversas vertientes regionales): La planta rectangular revoluciona la concepción del espacio doméstico, ahora susceptible de ser ampliado según las necesidades. Los trabajos de envergadura colectiva se documentan en casos como el muro perimetral en Jericó PPNB, los muros de contención en Beidha, Nevali Çori y tell Halula, y la continuación de los edificios colectivos, algunos de ellos considerados santuarios, por la alta presencia de elementos artísticos (Gobekli Tepe). Estos edificios singulares se sitúan en espacios abiertos localizados, o bien en el centro, o bien en un lateral del poblado. La disposición de las casas denota diferentes directrices en función de los casos (alineaciones, en forma de corona), y siempre en combinación con zonas abiertas o espacios colectivos donde pueden aparecer estaciones de molienda (M'lefaat, Nemriq V). Algunos poblados del Levante norte presentan casas con orientaciones idénticas (Çayonu, Nevali Çori, Halula), mientras que en el levante sur la densidad de ocupación alta constituye patrones menos regulares (Beidha).

- La **proposición sobre una jerarquía entre poblados**, con la coexistencia de dos tipos de asentamiento: los poblados permanentes más grandes (separados entre sí mín. por 20-50km), situados en fondos de valle, riberas o oasis con recursos abundantes (vinculación con la agricultura), y los campamentos estacionales, localizados en los márgenes de los citados biotopos, que permiten desarrollar estrategias de caza y pastoreo.

- Las **nuevas prácticas funerarias** ligadas a una nueva concepción de la muerte (agrupación de cráneos modelados o no, y la aparición de las casas de los muertos en Djade, Çayonu) y una nueva **expresión artística**. Se ha propuesto una creciente relevancia de los ancestros en los aspectos rituales como los relacionados con las sepulturas (enterramientos individuales con ajuar debajo de las casas). Por otra parte, nuevas formas de arte geométrico y figurativo se ven ahora plasmadas sobre frescos en las paredes y suelos de las casas (Djade, tell Halula,

---

<sup>14</sup> Sobre las industrias líticas del PPNB, ver Borrell 2006 y una introducción general en Aurenche y Kozłowski 2003.

Mureybet), mientras que en otros sitios prolifera la escultura en piedra (Gobekli, Nevali Çori) también presente en el PPNA. El modelado con arcilla de las estatuas humanas de Ain Ghazal parecen relacionarse con la tradición de los cráneos modelados también presentes en Ramad, Aswad, Jericó y Kfar Hahoreh.

Mientras que las prácticas agrícolas se consolidan y adquieren un mayor peso en la economía del poblado (ver *infra El proceso de domesticación de las plantas...*), se desarrolla también la domesticación de ovicápridos, bóvidos y suidos a partir del PPNB medio (8000-7500 Cal ANE).

Sobre la **industria macrolítica**, las obras de síntesis vuelven a destacar aspectos tipológicos (abandono de los molinos-mortero) y el aumento del número de útiles en los yacimientos PPNB, sin atender a la propia funcionalidad de los propios útiles para valorar su papel en la esfera socio-económica de las comunidades neolíticas. Sin embargo, K. Wright (1993) destaca el papel que pudo jugar el utillaje macrolítico (fig.I.2.6) en el desarrollo de diversas artesanías, como el trabajo de la arcilla (pulverización de la cal para la vajilla blanca, documentada al final del PPNB) y los elementos enlucidos (pulimento de suelos y estructuras), los cuales serán un marcador notable del periodo PPNB.

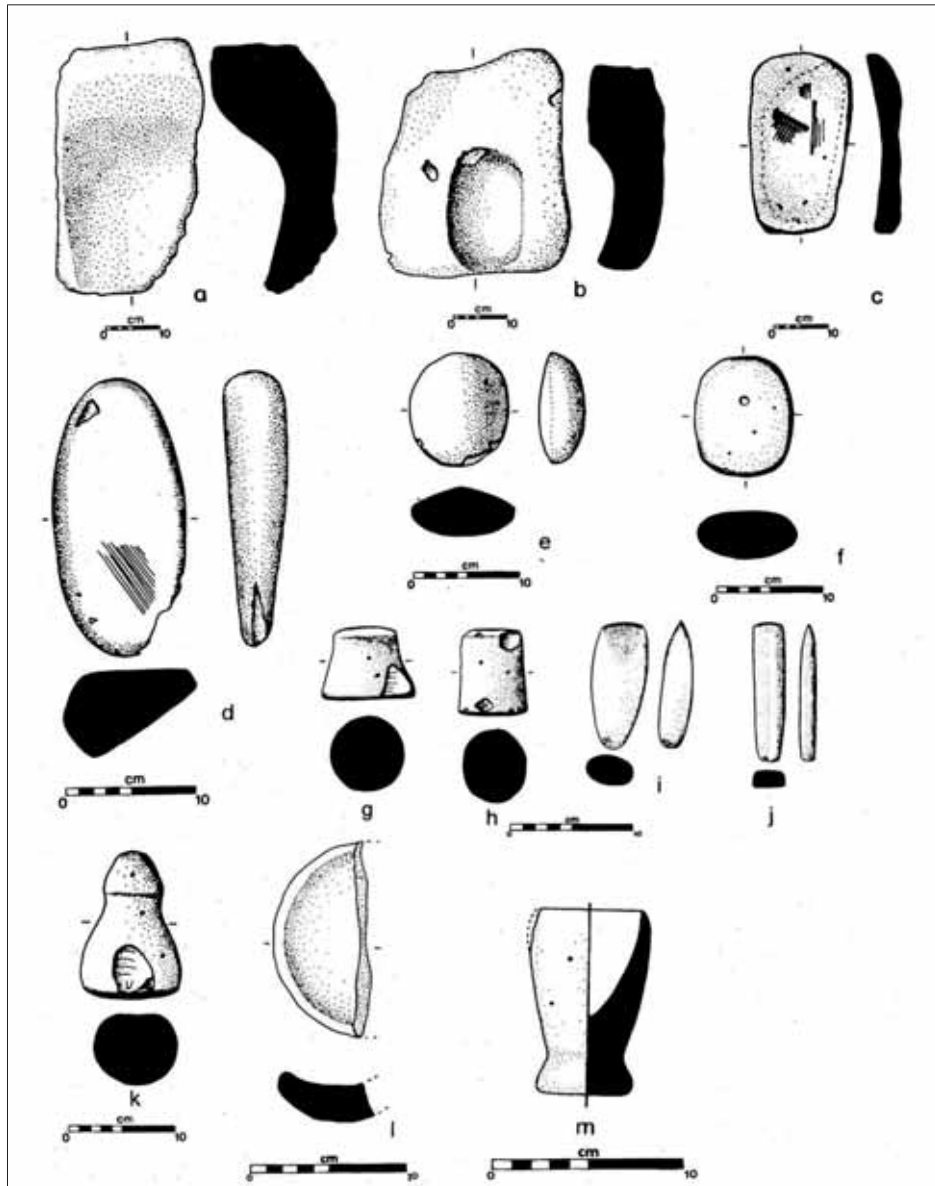


Fig. 1.2.6. Artefactos macrolíticos del periodo PPNB en el Levante mediterráneo. (a-b) Molinos, Beidha; (c) Molino, Jilat 7; (d-e) Moletas, Beidha; (f) Moleta, Jilat 7; (g-h) Pilón en forma de campana, Beidha; (i) Chacha y cincel, Bouqras; (k) pilón en forma de "pomo", Beidha; (l) Vaso de piedra, Beidha; (m) Vaso en miniatura, Jilat 7. Extraído de Wright 1993, fig. 1.

#### 1.2.4. *Late Neolithic, PRE-HALAF (6900-6200 CAL ANE)*

Vinculado a nivel tecnológico con el desarrollo de la cerámica, el final del Neolítico en la región levantina se produjo en un momento de intensos cambios que afectaron multitud de aspectos socio-económicos. Se observa un abandono de grandes yacimientos (Ain Ghazal, Jericó, Çayonu) ligado a la implantación de nuevos asentamientos de tamaño mucho más reducido. En el Levante Norte, las manifestaciones son aún más complejas y algunos poblados muestran una continuidad de ocupación, aunque cambian su estructura interna y las características principales como lo muestran los documentos de Tell Halula, Akarçay Tepe, Bouqras, Tell Sabi

Abyad, (Molist ed. 1996, 2013, Akkermans ed. 1993, Akkermans *et al.* Ed. 2014) como ejemplos con el registro mejor estudiado. En el *Late Neolithic* la producción de alimentos de origen agro-ganadero experimentará una fuerte consolidación, constituyendo ya un sistema económico plenamente integrado en la sociedad, lo que para algunos autores constituye la evidencia de un campesinado completamente establecido.

Se observan unas variaciones significativas en el modelo de distribución de los asentamientos y en la propia constitución del hábitat (técnicas, tipos de construcciones y disposición interna del poblado). Las novedades más significativas en los asentamientos corresponden a las casas de tipo modular, con una menor inversión de trabajo evidenciada en las técnicas utilizadas. La variación en la distribución de las unidades de habitación es también significativa, ya que se documentan grandes zonas abiertas entre las estructuras de habitación. A nivel tipológico, destaca la reaparición de la planta circular (*Tholos*), la cual experimentará un notable desarrollo en la última fase del neolítico oriental.

Si se atiende a las evidencias cerámicas, situaríamos el inicio de la producción en torno al 6900 cal BC, de manera simultánea en varias regiones: Valle medio del río Éufrates (Tell Halula, Akarçay Tepe), en la zona del Balikh (Sabi Abyad), Dzejirah (Tell Seker) y probablemente en la zona de Hama (Shir) con unas producciones de características tecnológicas y morfológicas similares entre sí. Se trata de producciones de formas simples, con pocas decoraciones y una importante inversión tecnológica, como la singular incorporación voluntaria de desgrasante mineral en algunas de las producciones con el fin de aumentar el poder calorífico de estos vasos (Faura 1996; Clop 2008). Posteriormente, se documenta un desarrollo tecnológico y morfológico de las producciones con unos estilos diferenciados a nivel regional en los cuales la morfología y, sobre todo las técnicas y motivos decorativos, son indicadores de una diferenciación en el espacio pero también en los usos de esos recipientes. Se documenta, por tanto, un proceso de regionalización, sostenido principalmente por criterios estilísticos, que permite agrupar áreas entorno a conceptos como el *Dark Faced Burnish Ware* (Ballosi 2006). En el Levante sur donde se observa la perduración de los grupos sin producciones cerámicas a lo largo de casi un milenio, aparece ya a finales del VII milenio BC el Yamurkiense como grupo cultural más significativo.

Esta transformación tecnológica tan marcada en las producciones cerámicas no es única. En efecto, se documentan otras variaciones entre el PPNB y el *Late Neolithic* que indican la profunda transformación de las comunidades de este horizonte. Un ejemplo notable de cambio se observa en las producciones líticas con un descenso en el uso de las materias primas importadas, obsidiana y sílex de calidad, a favor de las materias primas locales, lo que conlleva un aumento de la producción de útiles sobre lascas o pequeñas láminas de sílex local. En general, estas modificaciones denotan una bajada en la estandarización y en la calidad de las producciones que caracterizaban el período anterior a favor de unas técnicas más expeditivas.

Finalmente, también ha sido mencionada la importancia de la tecnología macrolítica, la abrasión, la pulverización de la arcilla, los minerales, junto con la arena y la paja, como prerrequisitos para el desarrollo de la tecnología cerámica (Wright 1992, 1993).



### 1.2.5. HALAF (6200-5500 Cal ANE)

La última fase histórica incluida tradicionalmente en el gran horizonte neolítico es el denominado horizonte Halaf<sup>15</sup>. La composición del registro arqueológico de este momento, con una gran coherencia en los principales fósiles directores distintivos (cerámicas, arquitectura, industria lítica), ha dado pie a su denominación tradicional como una “cultura arqueológica”. De esta forma, el mundo Halaf presenta un origen en un marco temporal y geográfico preciso, en la zona del Levante norte (Djézireh y Valle del Éufrates), y un desarrollo posterior extraordinario que se extiende por una gran parte de la geografía del Próximo Oriente, desde el sureste de la Península de Anatolia hasta Irán y desde el extremo superior de Irak y Siria hasta la costa Mediterránea.

A partir de los últimos años de investigación y vinculado con la problemática del origen de la cultura Halaf, se distingue una fase formativa correspondiente a un breve período de unos cien años que ha sido definido como una fase de transición entre un período y otro marcada por la interacción entre tradiciones autóctonas y determinadas influencias exteriores en la producción cerámica. Esta fase se denomina Proto-Halaf (Cruells, Nieuwenhuyse 2004).

Existe un gran consenso en considerar las producciones cerámicas y la arquitectura circular tipo *tholoi* como los elementos arqueológicos más característicos del horizonte Halaf. La producción de alimentos se basa esencialmente en los productos agrícolas de secano y en la ganadería, en la cual los ovicápridos tienen un papel destacado. Se observa además que, a diferencia de otras *culturas* contemporáneas, sobre todo la Samarra, los poblados Halaf desconocen innovaciones técnicas como la irrigación o la estandarización del molde del adobe (Breniquet 1996; Davidson 1977; Campbell 1992; Huot 1994). No obstante, hay que destacar que la focalización de una gran parte de la investigación en los aspectos vinculados a la definición de *cultura* arqueológica (fósiles directores) ha impedido un buen conocimiento de las características económicas y sociales de estas comunidades (Cruells 2005; Gómez 2011).

#### - El proceso de domesticación de las plantas en el Próximo Oriente

El inicio de las prácticas agrícolas que desembocará en el proceso de domesticación de las plantas en el Próximo Oriente debe ser puesto en relación con el desarrollo de las tecnologías de procesado de los productos agrícolas (instrumental de molienda y trituración). Por este motivo, realizamos a continuación una breve síntesis sobre el conocimiento actual del proceso de domesticación de plantas, encuadrándolo en el contexto general del neolítico en el Próximo Oriente, y así poder vincular posteriormente este proceso socio-económico con los resultados del análisis funcional de los conjuntos artefactuales estudiados. De este modo, las preguntas que mantienen más viva la discusión en el ámbito de la paleobotánica giran en torno a una serie de cuestiones principales sobre si los orígenes de la agricultura en el Próximo Oriente:

---

<sup>15</sup> Término acuñado a partir del yacimiento epónimo tell Halaf, situado en el norte de Siria en la zona del Khabour.

a) **Constituyeron un proceso de cambio rápido** (entre 20 y 200 años según G. Hillman, 1991; tan sólo algunas generaciones como indican, en Zohary & Hopf 2000), **o más gradual en el tiempo** (Willcox 2005 plantea un período de un milenio para completar el proceso de domesticación);

b) **Presentan una cronología relativamente temprana** (debate sobre las dataciones más antiguas de las formas domésticas en Nesbitt 2002, actualmente corregidas);

c) **Y si se desarrollaron a partir de un único lugar o, por el contrario, se documentan diversos focos de domesticación incipiente** (Gebel 2004; Willcox 2005; Salamini *et al.* 2002 certifica la hipótesis multi-foco a través de estudios genéticos).

En general, la dinámica socioeconómica de las primeras comunidades campesinas de esta zona se caracteriza por un aprovechamiento paulatinamente más intenso de los recursos vegetales que desembocará en procesos de domesticación de las plantas silvestres reiteradamente cultivadas (Fig. 1.2.7).

ETAPA	PERÍODO	EVIDENCIAS	YACIMIENTOS
<b>Cultivo esporádico de cereales silvestres</b>	Natufiense (12500 – 10000 cal ANE)	Acumulaciones significativas de cereales, evidencias de procesado	Abu Hureyra I, Mureybet, * [excepto Ohalo II, c. 19000 cal BC]
<b>Agricultura incipiente – “pre-doméstica”</b>	Natufiense final (10000 – 9500 cal ANE) / PPNA (9500 – 8800 cal ANE) / PPNB antiguo (8800 – 8200 cal ANE)	Aparición de cereales fuera de sus hábitats naturales, presencia de plantas adventicias	Mureybet, Jerf el Ahmar, Qaramel, Dja’de, Netiv Hagdud, Aswad
<b>Consolidación de la agricultura doméstica</b>	PPNB antiguo (8800 – 8200 cal ANE) – PPNB medio (8200 – 7500 cal ANE)	Aparición de las especies morfológicamente domésticas	Nevali Çori, Cafer Höyük, Çayonu, Abu Hureyra II, Aswad, Asikli, Dja’de, Halula, etc.
<b>Propuestas de intensificación de la producción</b>	PPNB medio (8200 – 7500 cal ANE) / PPNB final (7500 – 7100 cal ANE)	Posibles indicios de monocultivo de cereales	Aswad, Ghoraiife, Ramad (según De Molins 1997)

Fig. 1.2.7. Tabla esquemática en la que se resumen las principales etapas de desarrollo de la agricultura en el Próximo Oriente, los períodos cronológicos, las evidencias empíricas y los yacimientos en los que se documentan (Elaboración propia a partir de Nesbitt 2002; Willcox 2005, 2007; De Molins 1997).

### *Cultivo esporádico de cereales silvestres*

Autores como G. Hillman (Hillman 1973; Hillman & Davies 1991) como G. Willcox (Willcox 2005, 2007) coinciden en que los primeros pasos del cambio entre la recolección y el cultivo de cereales tuvieron lugar a pequeña escala durante el Natufiense (12500 – 10000 cal ANE), a pesar de que su identificación directa de estas manipulaciones humanas de plantas sobre el

registro arqueológico es prácticamente imposible. Hasta el momento, no se ha podido distinguir entre la recolección y los primeros cultivos intencionados, puesto que no dejan evidencias físicas sobre los restos carpológicos. Algunos de los discursos explicativos más frecuentes (Moore & Hillman 1992; Bar-Yosef & Belfer-Cohen 2002) señalaban el período de deterioro climático del Younger Dryas (10700-9600 cal ANE) como episodio clave en el cual la disponibilidad de los cereales silvestres disminuyó, favoreciendo de esta manera la adopción del cultivo por parte de algunos grupos cazadores-recolectores del Próximo Oriente. Por otro lado, el estudio del yacimiento lacustre de Ohalo II (Epipaleolítico inicial) ha proporcionado abundante cantidad de granos carbonizados de *Hordeum spontaneum*, *Triticum dicoccoides* (ambos formas silvestres) y otras herbáceas, las cuales constituyen la primera evidencia de un considerable uso de estas especies en la dieta humana (Piperno *et al.* 2004). Asociados a los restos carpológicos se documentaron también instrumentos de molienda, cuyos análisis de residuos indican el proceso de *Hordeum spontaneum*.

Junto a la singularidad de los datos de Ohalo II, Willcox también sitúa el aprovechamiento continuado de cereales silvestres en yacimientos anteriores al Younger Dryas. Según dicho autor, los primeros habitantes de Abu Hureyra I habrían combinado la recolección de centeno y otros cereales silvestres desde sus áreas de crecimiento natural, junto a otras herbáceas de la llanura fluvial. Las primeras fases natufienses de Mureybet señalan las mismas similitudes con el registro carpológico de Abu Hureyra I (fig.I.2.7.), aunque la introducción de cebada comienza a ser representativa. También cabe destacar que ambos yacimientos cuentan con un buen número de elementos de hoz y material de molienda y trituración.

### *Agricultura incipiente / pre-doméstica*

Hasta el momento, se han planteado dos áreas independientes de desarrollo de estas primeras prácticas, una entre el sur de Anatolia y el Valle medio del Éufrates, y otra al sur del Levante mediterráneo (Valle del Jordán) (Fig.I.2.8.). Sin embargo, dentro del contexto del Próximo Oriente, a excepción del Valle del Éufrates, los datos paleobotánicos sugieren que la mayoría de yacimientos se encuentran dentro o muy cerca de los nichos ecológicos actuales de los cereales silvestres que han sido documentados arqueológicamente (Willcox 2007b). Estos datos resultan marcadamente interesantes dada la habilidad que se asociará a las primeras comunidades agrícolas de poder expandir sus cultivos más allá del área ocupada por los ancestros salvajes de las plantas cultivadas (Nesbitt 2002).

A partir de los restos carpológicos de Tell Qaramel, Jerf el Ahmar, Dja'de y Tell 'Abr (norte de Siria), datados entre el Xº y el IXº milenio cal ANE, G. Willcox (2007a) ha podido documentar la presencia de trigo, centeno y leguminosas salvajes fuera de sus hábitats naturales (Fig. I.2.9); así como su aparición junto a hierbas adventicias (plantas salvajes que crecen de manera natural junto a los cultivos); y además, el hecho de haber sido cultivados por primera vez en momentos cronológicos diferentes. Todas estas evidencias se interpretan como un cultivo pre-doméstico de determinadas especies silvestres, aunque todos los datos apuntan hacia una coexistencia de especies cultivadas y recolectadas entre el PPNA-EPPNB, cuya transición parece intuirse tan gradual que resultará difícil dividir ambas estrategias económicas en el registro arqueológico.

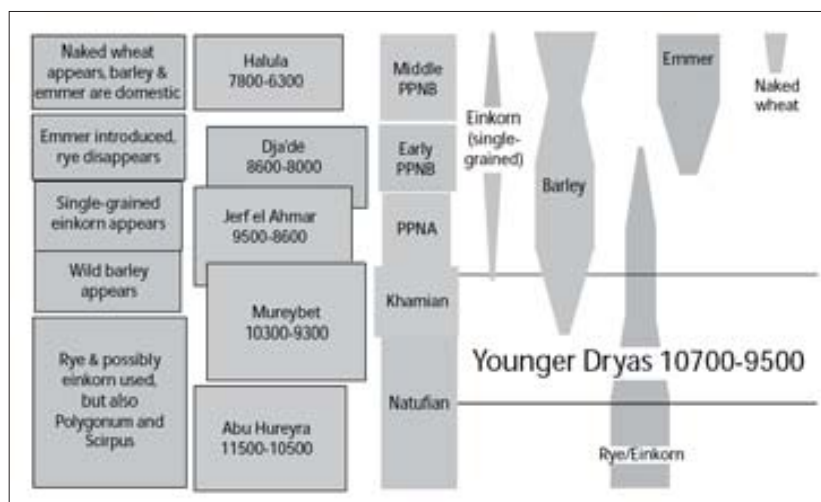


Fig.1.2.8. Diagrama esquemático sobre las primeras utilizaciones continuadas de cereales en yacimientos del Valle del Éufrates, norte de Siria, con dataciones cal ANE (Willcox 2007).

### *Consolidación de la agricultura doméstica*

La domesticación de los cereales supone un cambio esencial en el sistema reproductivo de estas plantas al perder la capacidad de dispersión natural de sus semillas. Los marcadores morfológicos de este estadio se han podido determinar a través del cambio que sufre el raquis<sup>16</sup> con la desarticulación de las espiguillas en el momento de la madurez. En los cereales de forma silvestre, el raquis se desarticula fácilmente en el proceso de propagación natural de las semillas, dejando así una fractura limpia y de forma semicircular. Con la domesticación, el raquis se vuelve cada vez más rígido, de tal manera que tan sólo se fractura una vez segadas y manipuladas las espigas. El resultado de este proceso es una morfología característica de los raquis de cereal doméstico, los cuales presentan una superficie rugosa y dentada (Hillman & Davies 1991). Otro de los indicadores de formas domésticas de cereales es la morfología del grano, aunque resulta más problemática su discriminación entre las primeras evidencias de cereales domésticos.

En un primer momento, se identificaron formas domésticas incipientes en sitios PPNA (9500-8800 cal ANE) como Tell Aswad, Iraq ed-Dubb o Netiv Hagdud. Sin embargo, la revisión a estos primeros análisis carpológicos, junto al avance en las dataciones absolutas de los yacimientos, determinó que existía una falta de pruebas suficientemente consistentes y concluyentes para tildar de agrícolas a los yacimientos del PPNA (Kislev *et al.* 1992; Willcox 2000; Nesbitt 2002). De esta manera, las primeras certezas sobre domesticación inequívoca se encuentran en los poblados de Nevali Çori, Cafer Höyük y Çayönü en el sudeste de Turquía (Valle Alto del Éufrates), y datados ya en lo que se conoce como PPNB antiguo (8800-8300 cal ANE). En estos

<sup>16</sup> El raquis es el eje de unión que actúa como prolongación del tallo para unirse con las espiguillas del cereal (Buxó 1997).

casos se cuenta con abundantes granos, restos de paja y horquillas fracturadas de *Triticum dicoccum* y *Triticum monococcum*, todos ellos con morfologías de tipo doméstico. Sin embargo, que las primeras evidencias se sitúen en esta región puede estar ampliamente relacionado con la aplicación de técnicas rigurosas de muestreo arqueobotánico en estos yacimientos. Con dataciones un poco más tardanas en el PPNB medio, encontramos restos de cereales claramente domésticos en Abu Hureyra II, Tell Aswad, Dja'de y Tell Halula, entre otros tantos.

A partir de esta base empírica se ha podido constatar que el proceso de domesticación de los cereales, el cual culmina como hemos visto con la aparición de las formas domésticas, consta de diversas fases en las que la manipulación humana sobre la explotación de recursos cerealísticos varía y aumenta a través de la secuencia temporal entre el Epipaleolítico y el Neolítico precerámico. En la configuración de este sistema de producción y en la aparición de especies totalmente dependientes de la acción humana para su reproducción, las técnicas agrícolas utilizadas por los primeros campesinos jugaron un papel crucial en este desarrollo (Hillman & Davies 1991; Willcox & Anderson 1991).

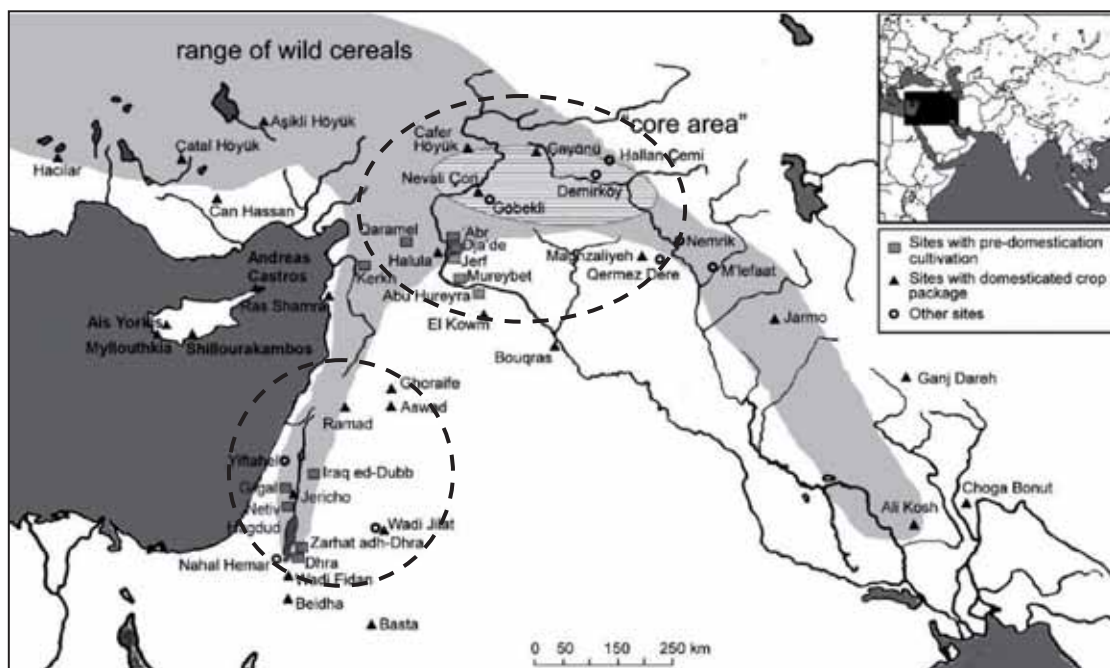


Fig. I.2.9. Mapa de los yacimientos del Neolítico antiguo del Próximo Oriente en relación con la distribución general de los cereales silvestres (zona sombreada). Los yacimientos se diferencian en si presentan un estadio de cultivo pre-doméstico, o si presentan un registro de especies ya de tipo doméstico (Fuller, Willcox, Allaby 2011, fig.1). Los círculos con raya discontinua indican las dos áreas de agricultura incipiente propuestas por Willcox (2005).

### Propuestas de intensificación agrícola

Algunas propuestas se han lanzado desde la arqueobotánica acerca de los primeros pasos hacia un incremento de la producción de cereal en el Neolítico del Próximo Oriente. El estudio

de De Molins (1997) sobre el VIII<sup>o</sup> y el VI<sup>o</sup> milenio trata de contrastar los datos de diversos yacimientos (Abu Hureyra II, El Kowm, Cafer Hoyuk, tell Aswad, entre otros) para poder distinguir o asociar tendencias en un mismo momento cronológico. Se considera la posibilidad de investigar diversos aspectos de la composición del registro carpológico para mostrar indicios sobre intensificación agrícola. Para esta autora, la reducción en número y tipo de especies cultivadas puede sugerir la práctica de un monocultivo, el cual podría asociarse con una intensificación de la producción mediante una subida de los *outputs* de un mismo cultivo.

A nivel general, De Molins distingue dos momentos distintos en la producción de cereal del PPNB. En primer lugar, la diversidad taxonómica del inicio del período sugiere que los experimentos agrícolas y el cultivo de especies silvestres se llevaban a cabo casi de manera generalizada en todos los yacimientos estudiados. Sin embargo, a medida que transcurre el PPNB medio y final (7500-7000 cal BC), algunos cambios apuntan hacia un incremento del componente cerealístico en los conjuntos arqueobotánicos, confirmados con una bajada de las leguminosas, sobre todo en yacimientos como Tell Aswad. A pesar de esto, las tendencias nunca son generalizadas a nivel regional, por lo que no se puede proponer ningún tipo de intensificación de la producción para el PPNB del Próximo Oriente desde el punto de vista que genera el estudio de la carpolología de esta zona.

### **1.3. El papel de los instrumentos de molienda y trituración en los modelos explicativos sobre el proceso de Neolitización en el Próximo Oriente**

Las síntesis sobre el proceso de neolitización del Próximo Oriente desde momentos tempranos han incluido referencias al material de molienda como utillaje asociado a estrategias de producción agrícola (mayor peso de los cereales en la esfera económica) y con estrategias de ocupación del territorio de tipo sedentario<sup>17</sup>. En estos trabajos, la presencia de instrumentos tipo molino/moleta y mortero/pilón en los yacimientos neolíticos o pre-neolíticos y, en ocasiones, un número relativamente elevado de este tipo de artefactos, han formado parte de las evidencias que los investigadores usan como base argumental para identificar un fuerte componente agrícola y/o sedentario de la comunidad que ocupó estos asentamientos. Toda esta tendencia viene marcada por la presunción de que la tecnología de molienda y trituración debe ser considerada como un pre-requisito en el proceso de domesticación de cereales.

Los primeros trabajos que dedicaron un mayor interés a los artefactos de molienda y trituración serían, por ejemplo los de Frank Hole (Hole *et al.* 1977) en su estudio sobre los yacimientos de la llanura de Deh Luran (Zagros), en el que la abundante presencia de instrumentos de molienda y trituración en sus excavaciones le sugirió que los diferentes tipos de este utillaje podrían actuar como marcadores cronológicos de diferentes fases. Por otra parte, Solecki (1964, 1969) realizó una primera tipología de artefactos de molienda y trituración aparecidos en los asentamientos de Zawi Chemi, Shanidar y Ganj Dareh (norte de Irak). Las primeras interpretaciones sobre la distribución de molinos, moletas, morteros y pilones en los

---

<sup>17</sup> Por citar algunos de los autores más destacados, Perrot 1966; Flannery 1969; Cauvin 1985a; Henry 1989; Molist 1993; Belfer-Cohen 1988.

asentamientos natufienses y pre-cerámicos se vincularon a factores estacionales de las comunidades que los habitaban, indicando también las preferencias en su dieta, o las propiedades físicas de los recursos que explotaban. Kraybill (1977) ya señaló que la mayor frecuencia de morteros en yacimientos natufienses (como Mureybet o Ganj Dareh) se relacionaba más con una dieta no cerealística, pero enfocada a la explotación de frutos como nueces, discusión que será tratada por la investigación posterior<sup>18</sup>. Solecki (1969) interpreta el asentamiento al aire libre de Zawi Chemi como un lugar de ocupación en los meses cálidos donde se llevaba a cabo la recolección y el trillado de grano (presencia de molinos-mortero), mientras que la ocupación de la cueva adyacente de Shanidar Cave se realizaba en los meses de invierno en los que se almacenaba grano para su procesado y consumo (mayor presencia de molinos planos o de reducida concavidad).

A modo de análisis mucho más exhaustivo destaca notablemente el trabajo de M.C. Nierle (1983) sobre los conjuntos artefactuales de Mureybet y Cheick Hassan, llegando a proponer interpretaciones funcionales a pesar de que se fundamentan en un análisis macroscópico de los ítems (desgaste lustroso, desgaste asimétrico, trazas lineales, morfología de las caras activas, etc.). Además, Nierle se basa en el registro arqueobotánico y en referentes etnográficos para relacionar la diversidad de tipos de útiles (morteros, molinos hondos, molinos planos de vaivén, molinos-morteros, etc.<sup>19</sup>) que documenta a través de la secuencia de ocupación de Mureybet, con diferentes procesamiento (fragmentación) de los vegetales comestibles explotados por sus habitantes. Los datos obtenidos indican una recolección de amplio espectro de especies vegetales (sobre todo *Astragalus*, *Polygonum*, cereales silvestres como *H. spontaneum* y *T. boeoticum*, etc.) hasta inicios de la fase IIIB de Mureybet (correspondiente al denominado *Mureybetiense* – PPNA), momento en el cual se produce un cambio hacia la intensificación de los cereales, y el abandono de la recolección de ciertas especies salvajes como el astrágalo. En las mismas fases IIIA-IIIB aparecen los molinos-mortero, las *moletas-pilón* y los pilones manufacturados en Mureybet, los cuales Nierle (1983, 2008) relaciona con el inicio de la “proto-agricultura” de cereales y leguminosas, y también con el procesado (ablandamiento) de la carne animal.

El hecho es que hasta inicios de los años noventa no se realizaron análisis específicos para tratar de incluir este utillaje en los modelos interpretativos sobre el proceso de neolitización de una forma más amplia, regional y no tan localista. El estudio de Wright es el primero que permite obtener una visión diacrónica y sincrónica sobre la evolución del utillaje macrolítico<sup>20</sup> a través del análisis de 23 yacimientos jordanos (2713 artefactos), además de aplicar el mismo sistema de análisis a otros conjuntos de otras zonas levantinas a partir de los informes de excavación, cubriendo de esta forma la secuencia temporal entre el Paleolítico Superior y el Late Neolithic (40000-6500 Cal BP). El interés de la autora se centra en analizar los orígenes de

---

<sup>18</sup> Moore 1985; Wright 1991, 1992, 1994; Dubreuil 2002, 2004, 2008.

<sup>19</sup> Nierle (1983) también remarca la visión sesgada del utillaje de molienda y trituración que ofrece el estudio de estos dos yacimientos levantinos debido a la no conservación de los posibles útiles de madera. Los datos palinológicos (Leroi-Gourhan, 1974) indican una gran variedad de especies arbóreas que reforzarían la potencialidad del utillaje en madera (morteros, moletas, pilones, etc.).

<sup>20</sup> Wright (1991,1992,1994) incluye en su análisis otros instrumentos macrolíticos como percutores, vasos, hachas, pulidores y otros, además del utillaje de molienda (molinos-moletas) y trituración (morteros-pilones).

esta tecnología, profundizar en las variaciones a través del tiempo, así como evaluar el impacto del surgimiento de las prácticas agrícolas y de las artesanías.

Para la zona del Zagros (norte de Irak), el estudio de R. F. Mazurowski (1997), incluyendo también un gran diversidad de materiales macrolíticos (útiles, ornamentos, etc.), también pretende ofrecer una revisión del desarrollo de estas industrias en términos macroregionales. Se trata de un análisis exhaustivo sobre tipología (demasiado diversificada, con grupos, clases, tipos, subtipos...), materia prima de los útiles, tecnología de manufactura, macrotrazas de uso y distribución espacial de los materiales en los yacimientos más importantes de la región, como Nemriq 9, Qalat Jarmo y M'lefaat. Destaca del autor su interés por comparar los resultados obtenidos en el Zagros con los de otras zonas levantinas a partir del trabajo de Wright (1991, 1992), Nierle (1983), etc.

Recientemente, a nivel tipológico han aparecido nuevas propuestas como D. Eitam (2009) reuniendo en una misma clasificación útiles macrolíticos con instalaciones tipo *rock-cut* (morteros-cúpulas excavadas en el suelo rocoso). S. Kadowaki (2008) ha presentado también un análisis espacial innovador sobre los útiles macrolíticos en el yacimiento de Ain Abū Nukhayla. Finalmente, debemos destacar la inclusión de los estudios traceológicos gracias al trabajo de L. Dubreuil para el periodo Natufiense, que comentamos más abajo.

### *La evolución de las industrias macrolíticas desde el Paleolítico Superior hasta el Neolítico en el Próximo Oriente según Wright (1991, 1992, 1993)*

El trabajo de K. Wright, a pesar de los comentarios que a nivel metodológico merece su revisión crítica (un carácter marcadamente *tipologista*, ver cap.2.4), constituye la única propuesta que hasta el momento permite obtener una visión general sobre el desarrollo de las industrias macrolíticas entre finales del Paleolítico Superior y finales del Neolítico en el Próximo Oriente.

La visión de Wright (1991, 1992, 1993) se basa en que la tecnología macrolítica surge en el Paleolítico superior probablemente a partir de los percutores y los yunques. Un primer conjunto importante de morteros-vasos aparecen en el final del Paleolítico denominado en la zona levantina como **Kebariense** (20000-14500 bp), coincidiendo con un periodo frío y seco. Estos morteros son considerados los primeros útiles macrolíticos demasiado pesados para ser transportados desde un campamento a otro<sup>21</sup>. Sin embargo, con los datos con los que contaba la autora, tan solo un 18% de los yacimientos kebarienses presentaban útiles macrolíticos, y éstos nunca superaban los 10-15 efectivos.

El primer gran cambio se observa en el **Early Natufian** (12500-11500 bp), cuando un 49% (Fig.I.3.1) de los yacimientos estudiados contenían instrumentos macrolíticos, y por primera vez, algunos conjuntos eran realmente numerosos, superando los 200 ítems (Ain Mallaha, Wadi Hammeh 27). En estos momentos se observa una notable supremacía de los morteros frente a los útiles de molienda (molinos y moletas), situación que prevalece en el **Late**

---

<sup>21</sup> Consultar referencias etnográficas sobre la cuestión que relaciona la movilidad de comunidades humanas y el instrumental de molienda y trituración en Roux (1985).



*Natufian* (11500-10500 bp), si bien el utillaje de molienda aumenta casi el doble su presencia en los conjuntos macrolíticos.

Periodo	% <i>Ground Stones</i>	% Molinos / Moletas	% Morteros
Paleolítico Superior	25%		
<i>Early Natufian</i>	49%(35)	17,6%(17)	76%(17)
<i>Late Natufian</i>	48,9% (47)	39,1%(23)	78%(23)
Harifian	50%(20)		
PPNA	70,8%(24)	64,7%(17)	59%(17)
E - MPPNB	70,7%(41)	55,1%(29)	25%(29)
LPPNB	70,5%(44)	58%(31)	30%(31)
<i>Late Neolithic</i>	71,6%(60)	47,6%(42)	23,8%(42)

Fig. I.3.1. Registro de datos cuantitativos sobre la presencia de material macrolítico en los yacimientos analizados por K. Wright para el Próximo Oriente desde el Paleolítico superior hasta el *Late Neolithic*. Los % se calculan a partir del nº de yacimientos indicado entre paréntesis, los cuales corresponden al total de yacimientos analizados por periodo en la columna % *Ground stones*, y el total de yacimientos con presencia de útiles macrolíticos en las columnas % Molinos/moletas y % Morteros. Elaboración propia a partir de Wright 1992, 1993.

De nuevo, la explicación al incremento del número de instrumentos macrolíticos se vincula al proceso de sedentarización que marcará la evolución de los asentamientos natufienses, el cual vendrá acompañado de una intensificación de la explotación de plantas comestibles. Además se distinguen notables diferencias en la composición tipológica de los yacimientos, destacando conjuntos dominados por el binomio mortero-pilón, otros conjuntos donde destacan los *bedrock mortars* (morteros excavados en el substrato rocoso), y por un tercer grupo donde abundan los molinos y moletas. A continuación, los yacimientos de la zona del Negev, denominados *harifienses* (10750-10100 bp), contemporáneos a los últimos *Late Natufian*, los cuales destacan por un alta concentración de morteros excavados en la roca, tanto en espacios interiores como exteriores a los hábitats (los natufienses se localizan habitualmente en el exterior), generando de este modo verdaderas zonas de procesado especializadas (ver Goring-Morris & Gopher 1981 y Goring-Morris 1987, citados por Wright 1993).

A partir del periodo **PPNA** (10500-9400 bp), se asiste a tres desarrollos destacados: a) el incremento notable de la presencia de molinos/moletas, b) la aparición de las hachas pulidas, y c) la reducción del número de yacimientos con morteros, sobre todo los morteros de mayor tamaño. Sin embargo, lo que más caracteriza a este periodo según Wright es la diversidad que se observa entre yacimientos contemporáneos. De esta forma, los pequeños morteros y pilones aparecen en la mayoría de sitios, al igual que los *bedrock mortars* y los pequeños morteros caracterizan determinados yacimientos. Se produce una notable diversificación de los tipos de molinos (molinos hondos, tipo "*saddle querns*", molinos-mortero, etc.). En Jericho se observa una correspondencia numérica semejante entre las parejas de molino/moleta y mortero/pilón. En cambio en Mureybet y Cheikh Hassan, la mayor parte de los molinos se

consideran multifuncionales, ya que presentan cúpulas centrales sugiriendo la combinación de percusión lanzada y molienda en el mismo útil.

La opinión general de Wright es que morteros y pilones no fueron simple y rápidamente suplantados por los útiles de molienda en la cabecera de las industrias macrolíticas del PPNA, sino que se trata de un proceso gradual y complejo que incluye notables variaciones entre yacimientos. En su interpretación sobre las causas de la subida del instrumental de molienda desde el *Late Natufian* hasta el PPNA, la autora señala las ventajas nutricionales que se obtienen al moler los cereales, exponiendo de este modo una mayor superficie del alimento en el estómago. Por último, la mayor frecuencia de aparición de los útiles de molienda dentro de los estructuras de hábitat en el PPNA refuerza según Wright la relación entre el proceso de sedentarismo y la formación de las unidades domésticas agrícolas.

Respecto al **PPNB** (9400-8000 bp), continúa acentuándose el incremento de la cantidad y diversidad de útiles macrolíticos en los asentamientos, aspectos que deben ser vinculados con el desarrollo de las artesanías (objetos en madera, en hueso, en piedra, tejidos, estructuras enlucidas, etc.). La ratio entre molinos y morteros sigue alejándose a favor del utillaje de molienda, mientras que la diversidad de molinos (molinos hondos, tipo "*saddle querns*", molinos-mortero, etc.) se interpreta como un reflejo de las variaciones locales en las elecciones culinarias y las técnicas de preparación de los alimentos.

Los conjuntos más numerosos en las zonas arbóreas o las áreas con mejor abastecimiento de agua (por ej. Jericho, Beidha) están ligadas a yacimientos grandes y sedentarios, con casas rectilíneas, los enterramientos se practican bajo tierra y se intensifica el cultivo de plantas. Estos sitios contienen habitualmente grandes conjuntos macrolíticos dominados por molinos inmóviles, moletas pesadas, percutores de sílex y pulidores. Las materias primas locales dominan estos conjuntos. Como ejemplo paradigmático, el 80% del conjunto de Beidha está formado por rocas de acceso casi inmediato al yacimiento, situación contraria al sitio desértico de Jilat 7, donde se explota el basalto de afloramientos situados a 50km de distancia.

Finalmente, sobre el **Late Neolithic** (8000-6200 bp), la autora cuenta con un registro empírico peor documentado. Aún así, su análisis comparativo indica porcentajes similares al PPNB (Fig.I.3.1), en los que el número de molinos duplica prácticamente el de morteros. Por otro lado, destacan evoluciones diferentes propias del periodo, ya que en los yacimientos en los que se documenta una continuación ocupacional entre el PPNB y el *Late Neolithic* se observa un declive en la frecuencia y diversidad de útiles, desde los niveles precerámicos hasta los cerámicos. Este patrón se observa en Ain Ghazal, Nahal Issaron, Jericho, el-Khom 1, y posiblemente Munhata (Perrot 1967; Goring-Morris & Gopher 1983; Dorrell 1983, Dornemann 1986; Rollefson *et al.* 1990, citados en Wright 1992), aunque no en el yacimiento de Ras Shamra (de Contenson 1977). La impresión es que los mayores sitios del *Late Neolithic* presentan menor número de útiles macrolíticos, en particular los vinculados al procesamiento de alimentos (molinos, morteros, moletas, pilones, excepto los vasos), convirtiéndose en útiles raros en yacimientos en los que se cuenta con mucha información.

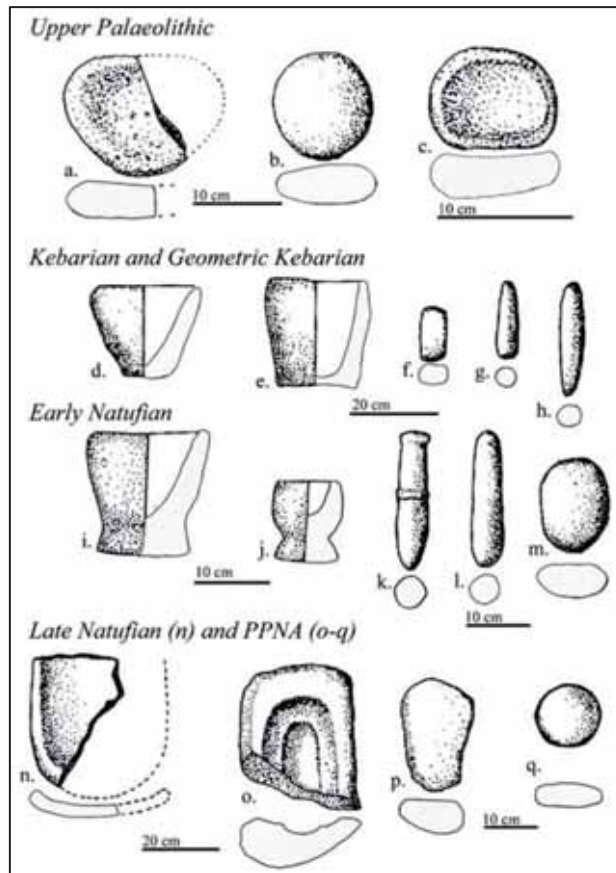


Fig. 1.3.2. Ejemplos de útiles de molienda y trituración del Levante mediterráneo de diferentes periodos entre el Paleolítico Superior hasta el PPNA. (a, c) Molinos, (b) Moleta; (d-h) Mortero, moleta y pilón; (i-m) Mortero, pilón y moleta; (n-q) Molino plano, molino con doble concavidad, molino plano y moleta. Extraído de Dubreuil (2008 fig.2, a partir de Wright 1994:241).

### *El impacto de los análisis funcionales sobre las industrias macrolíticas*

Hasta inicios del siglo XXI, han sido numerosos los trabajos que advertían sobre la multifuncionalidad que podía desempeñar el utillaje de molienda y trituración, sobre todo por los datos procedentes de estudios etnográficos realizados sobre comunidades agrícolas actuales (ver refs. en Nierle 1983; Wright 1991, 1992, 1994; y ver *infra*, apartado 1.5). Sin embargo, en todos ellos se mantiene a nivel general la asociación directa entre instrumental de molienda y el procesado de cereales como función mayoritaria de este utillaje. Por otro lado, no será hasta los estudios de Dubreuil (2002, 2004) cuando la metodología de estudio funcional sea aplicada en las series del Levante Natufiense, exceptuando algunos estudios concretos previos como los análisis de residuos efectuados anteriormente en Ohalo II (Nadel 2005, Piperno *et al.* 2004) y Mureybet (Formenti & Procopiu 1998).

El trabajo de Dubreuil (2002, 2004) se centra en analizar las materias procesadas con los útiles de molienda que comienzan a ser más numerosos a partir del periodo Natufiense (12500-10200 cal BP), como preludeo al desarrollo de las prácticas agrícolas en el neolítico precerámico. De esta forma, la traceología y la creación de un referencial experimental le permiten a la autora interpretar los usos del utillaje de molienda de Ain Mallaha, Hayonim

Cave y Hayonim Terrace, yacimientos principales de la región de Galilea (área prístina del desarrollo de las comunidades natufienses). Los resultados indicaron en primer lugar que una gran parte de útiles considerados previamente como molinos y moletas no eran realmente instrumentos de molienda de vegetales, sino que se trataba de útiles para el trabajo de la piel, trituración de minerales, etc. Entre los implementos con trazas de uso vinculadas al procesado de materias vegetales, destaca un elevado número con evidencias de haber trabajado legumbres. Así mismo, el análisis de la secuencia natufiense (*Early Natufian* y *Late Natufian*) le valió a Dubreuil para destacar, en primer lugar, una modificación notable en el mantenimiento de los útiles, y asociar a su vez el incremento de útiles de molienda planos (molino-moletas) con un procesado cada vez más numeroso de cereales y leguminosas al final del periodo natufiense. Concretamente en Ain Mallaha, Dubreuil (2008) detecta un énfasis en la estandarización y en el reavivado de los útiles al final de la ocupación del poblado que podría reforzar esta interpretación.

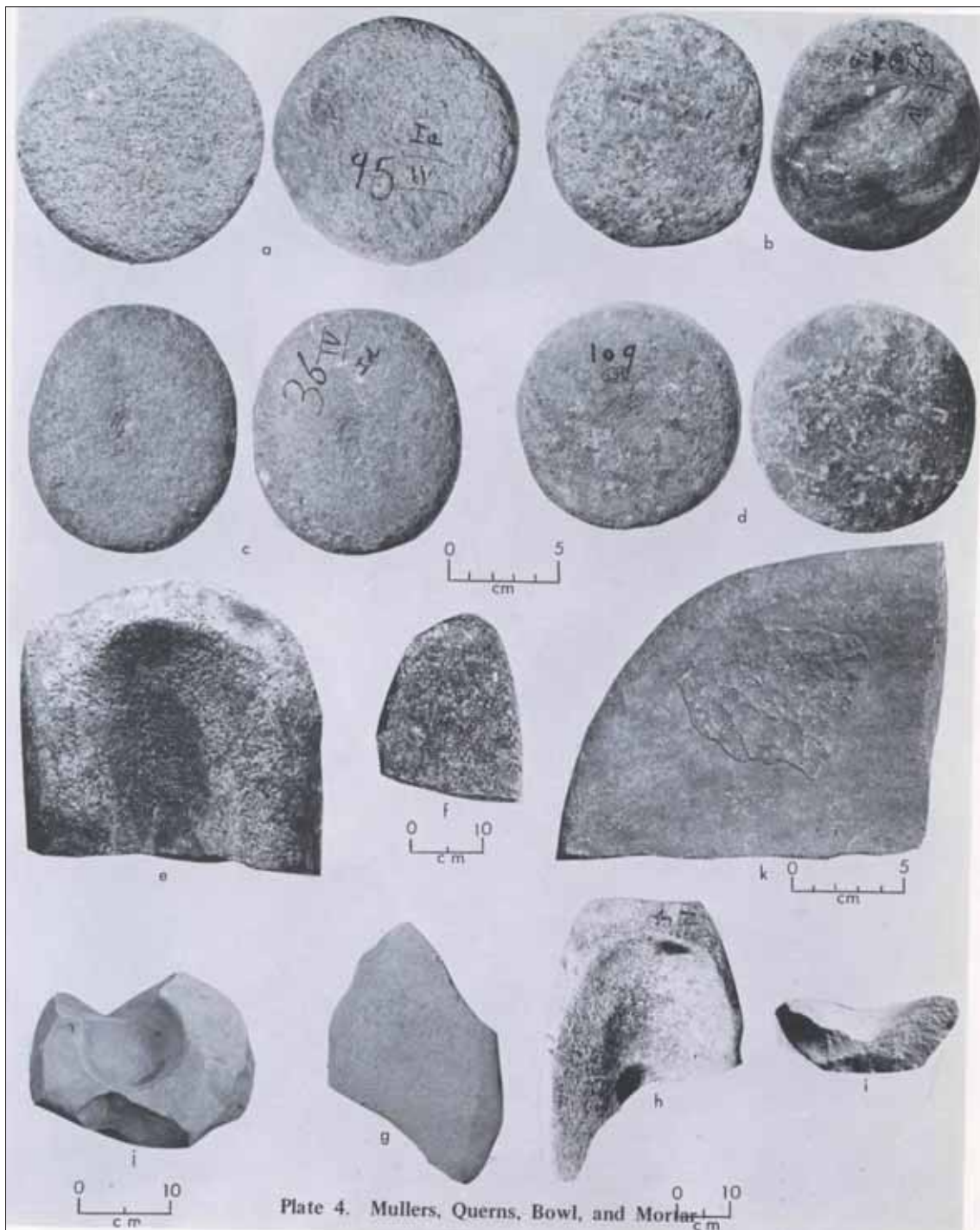


Fig. I.3.3. Artefactos macrolíticos del yacimiento Zawi Chemi Shanidar (Irak). PPNA (a) Moleta con dos caras activas; (b) Moleta unifacial; (c) Moleta con doble cúpula; (d) Moleta con cúpula; (e) Molino hondo; (f-g) Molinos planos; (h-i) Molinos-mortero; (j) Mortero; (k) Vaso de piedra. Extraído de Solecki (1969, Plate 4).

## 1.4. Introducción a las zonas de estudio

### 1.4.1. El Valle medio del Éufrates: La documentación existente sobre el período neolítico.

El valle medio del río Éufrates, concretamente en la franja que engloba la parte septentrional del estado actual de Siria y la parte meridional de Turquía, constituye desde la década de 1970 una de las zonas más significativas y con mayor actividad arqueológica sobre el fenómeno que supuso la aparición de las primeras sociedades agrícolas en el Próximo Oriente. Ejemplos notables de los proyectos arqueológicos desarrollados en torno a los yacimientos afectados por la construcción de embalses y otras obras hidráulicas fueron, a finales de los años 1970, las investigaciones realizadas en Mureybet, Cheikh Hassan o Abu Hureyra (Cauvin 1977; Moore *et al.* 2000) a partir de la construcción del embalse de El Assad, en la zona del valle del Éufrates al oeste de la actual ciudad de Raqqa. Tal dinamismo se ha prolongado en los últimos años gracias a las campañas de salvamento propiciadas por la construcción del embalse Tishrine, situado a 25km al oeste de la actual ciudad de Menbij, ya en las proximidades a la frontera sirio-turca. Los trabajos de campo y la investigación realizada sobre un conjunto de yacimientos geográficamente cercanos entre sí han supuesto una ampliación inédita hasta el momento del conocimiento existente sobre el período neolítico en el Levante norte. Se trata de los sitios de Jerf el Ahmar, Abr', Djade y tell Halula, y ya en la parte más meridional de la región del Éufrates medio sirio, los sitios de Bouqras y tell es Sinn.

Hacia el norte de este conjunto, cruzando la frontera, nos encontramos con otro gran núcleo de proyectos pioneros trabajando en yacimientos como Cafer Hoyük, Gritille y Hayaz en los años 80, los cuales tendrán una continuidad a partir de la construcción del embalse de Birecik y Karkemish (provincias turcas de Gaziantep y Sanliurfa). Los datos aportados por las excavaciones en asentamientos como Akarçay Tepe y Mezraa Teleilat remarcan el papel crucial del valle fluvial durante el proceso de neolitización en el Próximo Oriente. De esta forma, la excepcionalidad del registro arqueológico recuperado en todos estos yacimientos, unido a la intensa investigación llevada a cabo por numerosos equipos internacionales (nuevos hallazgos, ampliación de las analíticas, planteamiento de nuevas hipótesis) ha propiciado que, en los últimos años esta zona se haya convertido en un contexto de referencia sobre la aparición de las primeras sociedades agrícola-ganaderas. Nuestro objetivo en esta parte del trabajo es realizar una presentación general de los yacimientos arqueológicos estudiados, situándolos en el contexto histórico al que pertenecen.

Para una revisión del estado actual del conocimiento sobre los primeros poblados agrícolas en esta zona del Valle medio del Éufrates, seguiremos en este apartado la propuesta cronocultural de la *Maison de l'Orient et de la Méditerranée* (MOM) (Hours *et al.* 1996; Aurenche *et al.* 2001, fig. I.2.2). En primer lugar, se documenta un número reducido de asentamientos Natufienses (Período 1-MOM) entre la fase de mejoría climática (Allerød) y el episodio frío y seco Dryas III, los cuales corresponden al horizonte cronológico entre el 12.500-10.200 cal ANE. Yacimientos como Nash el Horm, Mureybet y Abu Hureyra I son conocidos desde los años 70, ya que no se ha podido ampliar el registro con nuevos ejemplos a pesar de las prospecciones realizadas por las campañas de salvamento de la zona. Estos yacimientos han aportado datos clave para el conocimiento de asentamientos con arquitectura, así como

también con datos para la reconstrucción paleoclimática (Moore *et al.* 2000; Ibañez 2007; Cauvin 1977).

Sobre el horizonte *Pre Pottery neolithic A* (Período 2 – MOM) se ha producido uno de los avances más significativos en las últimas décadas de investigación en esta zona. De esta forma, la continuidad cronológica registrada en el asentamiento de Mureybet ha permitido ampliar el conocimiento sobre la evolución entre los dos periodos (1 y 2 – MOM), al mismo tiempo que otros yacimientos PPNA como Jerf el Ahmar y tell Abr' han consolidado las nuevas interpretaciones sobre este horizonte. En base a la documentación actual, tres son los aspectos de cambio más destacados en el transcurso del PPNA. El primero de ellos incide en la estructura económica de los poblados, pues de manera pionera en relación a otras zonas del Próximo Oriente, aparecen las primeras evidencias claras de una mayor explotación y procesado de plantas silvestres. Se trata de la denominada “agricultura pre-doméstica” debido a la ausencia en esos momentos de los rasgos morfológicos que marcarán la aparición posterior (PPNB) de las primeras especies domésticas (Willcox *et al.* 2009; ver *supra* *El proceso de domesticación de la plantas en el Próximo Oriente*). Estos cambios en la gestión de las especies vegetales silvestres se produjeron en un marco general de continuidad en las prácticas de caza y recolección, manteniendo de este modo unas dinámicas de explotación de recursos inicialmente similares a las del período anterior.

El segundo cambio se sitúa en los ámbitos tecnológicos y sociológicos al producirse un amplio abanico de innovaciones en cuanto a las técnicas y los modelos constructivos (el paso de la planta circular a la rectangular), así como en la organización del propio espacio construido en los poblados. El tercer ámbito de cambio se vincula con el mundo simbólico de las comunidades humanas del horizonte PPNA, el cual fue plasmado notablemente en la propia arquitectura de los asentamientos. La construcción de edificios de función colectiva relacionados, según indican los datos, con el mundo simbólico de sus habitantes se constata a partir de un rico y variado conjunto de representaciones artísticas. Un ejemplo paradigmático de toda esta evolución durante el PPNA es el asentamiento de Jerf el Ahmar, el cual ha sido analizado en este trabajo a partir del instrumental de molienda y trituración (ver *infra*). Cabe destacar, sin embargo, que se trata de un fenómeno que muestra una inusual coherencia de temáticas y cronologías abarcando asentamientos de toda la zona norte de Siria hasta el sudeste de Anatolia (Cauvin 1997; Stordeur 2003; Watkins 2010).

El siguiente horizonte PPNB (períodos 3 y 4 – MOM) vendrá marcado por la aparición y reocupación de asentamientos en el Valle del Éufrates. El asentamiento de Mureybet continúa ocupado durante el inicio del período, y Abu Hureyra II vuelve a refundarse tras un período de abandono. En este momento, además, se implantan los nuevos asentamientos de Djade el Mughara y tell Halula, con lo que contamos con un contexto excepcional para aproximarnos a las transformaciones socio-económicas que se desarrollarán a lo largo del PPNB. Se trata, a grandes rasgos, de la culminación del proceso de neolitización evidenciado por una agricultura y ganadería consolidadas (aparición de especies morfológicamente domésticas) en la vertiente de la producción de alimentos; una mayor complejidad de los espacios de hábitat (mayor inversión e innovación arquitectural, ordenación del espacio construido) que, junto al crecimiento exponencial de las redes de intercambio de materias, productos elaborados e ideas, denotan a su vez profundas transformaciones en los sistemas sociales y simbólicos de

estas comunidades neolíticas. El contacto interregional indica fuertes relaciones entre el Valle medio del Éufrates y Anatolia, y en menor medida, entre la zona del Éufrates y el Levante sur (Molist 2012; Molist & Stordeur 1999; Moore 1985).

Finalmente, los horizontes *Late Neolithic* y Halaf (períodos 5, 6 y 7 – MOM) en la zona del Valle medio del Éufrates presentan las características generales comentadas en los apartados anteriores (ver *supra* 1.2.4 y 1.2.5). Las transformaciones observadas en los hábitats sirvieron de base para proponer una eventual despoblación de esta zona en beneficio de una mayor concentración en el área costera (Copeland & Hours 1987), si bien las recientes investigaciones han modificado dicha hipótesis a partir del hallazgo de nuevos asentamientos. La documentación obtenida en tell Halula (Molist *et al.* 2013), tell Amarna (Tunca, Molist, Cruells 2004), Kosak Shamali (Nishiaki & Matsutani 2001), Dja'de el Mughara (Coqueugniot 2000) y tell Abr' (Yartah 2004) permiten certificar una continuidad en el poblamiento y caracterizar asimismo el nuevo patrón de asentamiento. Las transformaciones se sitúan en el ámbito de la arquitectura (disposición dispersa, menor inversión tecnológica) y la tecnología (aparición y desarrollo de la cerámica, técnicas más expeditivas y menor estandarización en la industria lítica), que contrastan con la consolidación final del sistema de vida agrícola-ganadero (Molist *et al.* 2013). Por último, destacar que el avance en la investigación sobre este período ha permitido documentar diversas fases en las primeras producciones cerámicas en el Valle del Éufrates (*Black series* y *White Ware*), y proponer una fase de transición a la cultura Halaf (Proto-Halaf) evidenciando de esta forma la inclusión del Valle del Éufrates en la región original de desarrollo de la cultura Halaf, junto con los yacimientos del Balikh y la Jezirah (Cruells 2005, Gómez 2011).

#### **- *Jerf el Ahmar: datos para el conocimiento del horizonte PPNA en el Valle medio del Éufrates.***

El yacimiento de Jerf el Ahmar se encuentra situado en dos pequeños promontorios separados por un *wadi* en la ribera izquierda (oriental) del Éufrates, en el norte de la actual Siria. La excavación en extensión se llevó a cabo entre 1995-1999 y fue dirigida por D. Stordeur y B. Jamous, documentando un poblado de una extensión máxima de una 1 ha., con una cronología bien establecida que le sitúa a principios del Xº milenio (horizonte PPNA, entre el 9200-8800 ANE)(Fig.I.4.6).

Han sido documentadas más de 70 construcciones (durante 500 años de ocupación), incluyendo casas individuales y edificaciones comunitarias singulares y de grandes dimensiones. El estudio del hábitat ha puesto en evidencia una planificación de la edificación del poblado orientada hacia el esfuerzo colectivo para la elaboración de los edificios más grandes y también para la construcción a base de terrazas (Stordeur 1999; Stordeur *et al.* 2000; Stordeur & Abbès 2002). Por otro lado, en Jerf el Ahmar se ha constatado el paso progresivo de la planta circular, heredada desde el Epipaleolítico, hacia la planta cuadrangular que dominará en el PPNB.

Compuesto por dos cerros anexos denominados *l'Éminence Ouest* y *l'Éminence Est*, los poblados superpuestos documentados en Jerf el Ahmar presentan todos ellos unos caracteres



culturales que los relacionan con la zona cultural denominada Mureybetiense presente en el horizonte PPNA de la región del Valle medio del Éufrates. En este sentido, cabe recordar que el poblado de Mureybet, habitado desde el Natufiense hasta el PPNB Medio, se encuentra a 40km de Jerf el Ahmar en dirección sur en la misma ribera oriental del Éufrates<sup>22</sup>. Sin embargo, en las últimas fases de ocupación de Jerf el Ahmar se documenta una coexistencia entre caracteres considerados *mureybetienses* junto a otras innovaciones que anuncian el horizonte PPNB (Stordeur & Abbès 2002).

Según los estudios realizados hasta el momento (Belmont 1999; Chambrade 2012: 502-515), Jerf el Ahmar se asienta sobre uno de los conos de deyección de morfología plana que se adentran ligeramente en la llanura aluvial del río Éufrates<sup>23</sup>. Esta posición estratégica permitió a sus habitantes una explotación directa de los recursos fluviales, además de protegerse de las subidas del río (Belmont 1999: 41). La elección del emplazamiento tuvo que estar, por tanto, marcada por la proximidad a tres geosistemas complementarios: a) la meseta (*plateau*) formada por la erosión de calizas oligocénicas y, en menor medida, eocénicas; b) la llanura aluvial y las terrazas cuaternarias; y c) la montaña de Jabal Cheikh Anan, situada a 4 km al sudeste del yacimiento, y formada por calizas helvetienses (ver en cap. 3.1, fig.III.1.15)(Chambrade 2012: 205-208). Los recursos obtenidos a partir de las actividades cinegéticas, la recolección y la captación de materias primas (minerales, vegetales) pudieron ser explotados a partir de estrategias combinadas (por ejemplo, la recolección de bloques de basalto y de cereales salvajes), tal y como propone Chambrade (2012: 514).

### ***Arquitectura y ocupación del poblado***

La excavación, que se desarrolló en unos 1200m<sup>2</sup> de extensión, ha permitido documentar hasta 11 niveles estratigráficos, incluyendo la ocupación de ambos cerros (Fig.1.4.1c). El análisis estratigráfico y arquitectónico está en curso de estudio definitivo (D. Stordeur, com. pers.), pero el análisis preliminar del proceso de ocupación de estos dos montículos ha determinado que no presentan la misma dinámica; además, la falta de correlación estratigráfica entre ambos (se encuentran separados por un *wadi*) ha dificultado el poder establecer la contemporaneidad entre sus respectivos niveles arqueológicos. Los datos apuntan a que la instalación sobre el cerro oeste es más tardía y más corta que la del cerro este (Fig.1.3.1).

---

<sup>22</sup> El Mureybetiense, denominado así por el yacimiento epónimo que fue excavado en los años 70 por J. Cauvin, se caracteriza fundamentalmente por la creatividad e innovación que emana de la producción artesanal (talla de la piedra para la construcción y para la industria lítica) y de la arquitectura (nuevas técnicas y nuevas formas), así como también de la esfera simbólica en todas sus representaciones (complejidad de las prácticas funerarias, objetos esculpidos y grabados cargados de sentido)(Stordeur 1999).

<sup>23</sup> El entorno geológico del yacimiento de Jerf el Ahmar pudo ser descrito por Belmont (1999) antes de la inundación de la zona provocada por la presa Tishrine.

PROCESO DE OCUPACIÓN DE JERF EL AHMAR		
Niveles Cerro Oeste	Niveles Cerro Este	Fases
<b>0/W:</b> Erosionado y fragmentado		
<b>I/W:</b> Nuevas formas de edificios comunitarios	<b>_I y _II/E:</b> Nuevas formas de edificios comunitarios	<b>Fase de transición PPNA-PPNB</b>
<b>II/W:</b> Casas rectangulares o ovals organizadas en torno a un edificio comunitario  <b>III/W:</b> Coexistencia de casas curvilíneas y casas rectangulares. Primer edificio comunitario  <b>VI-IV/W:</b> Casas con muros exteriores redondeados	<b>0/E:</b> Primeras arquitecturas rectangulares  <b>I/E:</b> Expansión máxima de la ocupación en el cerro este  <b>III y II/E:</b> Arquitecturas con muros rectos y ángulos redondeados. Primer edificio comunitario en el nivel II/E  <b>VII-IV:</b> Arquitecturas circulares semienterradas sobre terrazas	<b>PPNA</b>

Fig.1.4.1. El proceso de ocupación del yacimiento de Jerf el Ahmar, relacionando los 11 niveles arqueológicos con las principales características de la evolución arquitectónica del poblado y su adscripción cronológica (a partir de Stordeur & Abbès 2002; LeDosseur 2011)

A nivel técnico, destaca la uniformidad en las técnicas y los materiales empleados en Jerf el Ahmar; mientras que en las formas sí que se observa una evolución arquitectónica (Fig.1.4.1 a-b). Tanto los muros de las casas, como los muros de sostenimiento de las terrazas del poblado descansan sobre cimientos de mampuestos (piedras) de caliza dura sin tallar. En cambio, las paredes de las casas se levantan con piedra caliza tipo creta blanda tallada en forma de “cigarros” (Stordeur *et al.* 1997; Brenet *et al.* 2001; Sanchez-Priego *et al.* 2007). También cabe destacar la utilización de paja con restos de espiguillas de cereal salvaje como desengrasante en el pisé de las construcciones (Willcox & Fornite 1999). Este modelo constructivo, único y característico de los yacimientos del Valle del Éufrates, se utiliza desde el principio hasta el final de la ocupación de Jerf el Ahmar.

El análisis del proceso de ocupación del yacimiento ha permitido distinguir diversas fases que podrían interpretarse como aldeas más o menos contemporáneas (Stordeur 1999; Stordeur & Abbès 2002):

### 1. Primeras instalaciones: Las casas circulares sobre terrazas (niveles VII a IV /Este)

Los cuatro primeros niveles de ocupación del yacimiento, documentados únicamente en el cerro oriental, se caracterizan por la presencia de pequeñas construcciones circulares sin subdivisiones internas. Se constata la voluntad de habilitar un espacio plano, evidenciado en el interior de las estructuras de hábitat que son **ligeramente enterradas** en el sustrato gravoso. A nivel arquitectónico, se observa la construcción de casas circulares superpuestas o adosadas de dos en dos, junto a otras que se mantienen aisladas y los hogares son interiores o adosados a una pared externa (fig. 1.4.2b).

### 2. Hacia el enderezamiento de la curvatura de los muros, expansión de la zona construida y coherencia del espacio habitado (niveles III-II / Este)

En los siguientes niveles III-II / E, se documenta una expansión del poblado hacia el sur y la subdivisión interna de las construcciones con muros rectilíneos. Los muros exteriores también se enderezan, aunque no de manera sistemática, y manteniendo los ángulos redondeados.

El poblado más antiguo de esta fase (nivel III / E) sufre un incendio integral difícil de interpretar por el momento (¿autodestrucción decidida por el grupo?, ¿agresión externa?). En una de las construcciones circulares de este poblado incendiado, la denominada *casa de los bucráneos* (EA47), fueron hallados tres cornamentas y un bucráneo de uro, originalmente suspendidos sobre los muros de la habitación, además de otros objetos como moletas, pilones, etc.

Por último, cabe destacar la aparición en el nivel II / E de un tipo de estructura de hábitat bipartita, denominada por los excavadores *maison à antes* (Fig.1.4.2b.)<sup>24</sup>, que combina un espacio interior cerrado por muros, con un espacio intermedio que corresponde a un patio cubierto por un toldo, el cual conectará finalmente con el espacio exterior o comunitario. Las estructuras de combustión difieren en estos espacios diferenciados: en el interior de las casas se habilitan pequeños hogares en cubeta poco profundos; en el espacio intermedio, en cambio, se construyen hogares rectangulares planos y las fosas-hogar redondas rellenas de cantos (tipo polinesio), las cuales, cuando se sitúan en el exterior, adquieren mayores dimensiones<sup>25</sup>. De esta forma, se observa una triple concepción del espacio habitado en Jerf el Ahmar (interior, intermedio y exterior) tanto en las estructuras de hábitat, como en las estructuras domésticas tipo hogar.

### 3. Expansión máxima del espacio habitado en el cerro oriental (nivel I / Este)

A partir de la excavación en extensión de una gran superficie y de los sondeos mecánicos realizados, se ha podido constatar que el **poblado del nivel I / E** sobre la colina oriental alcanzaría los 2000 m<sup>2</sup> de ocupación. Las casas se asientan sobre cuatro terrazas, desde la cima hasta la base de la colina, y parecen formar dos agrupaciones principales separadas por las zonas comunes equipadas por estructuras de combustión. En la parte superior, se documentan

---

<sup>24</sup> El modelo arquitectónico *maison à antes* perdura hasta el PPNB Antiguo, tal y como se documenta en el yacimiento vecino de Dja'de el Mughara (Coqueugniot 1998).

<sup>25</sup> Estas grandes estructuras de combustión en espacios exteriores ya fueron descritas en el caso de Mureybet como dispositivos de tipo comunitario por J. Cauvin (1977).

casas de tipo modular (de una a cuatro unidades adosadas) y de diferentes morfologías (Fig.1.4.3b). En cambio, en la parte baja del cerro, un grupo de tres casas, dos de ellas de grandes dimensiones, presentan una orientación paralela siguiendo la curvatura de la terraza. La más meridional de estas casas presenta la disposición típica *maison à antes* (ver *supra*).

Finalmente, en la parte más baja y en el límite oeste de la aglomeración de casas, se levanta la **primera gran construcción circular de tipo colectivo (EA7)** que se encuentra parcialmente enterrada. En el interior, presenta una gran banqueta junto a células trapezoidales de almacenaje, estructura de geometría radial muy similar a la casa 47 de Mureybet (Cauvin 1977).

La organización del poblado del nivel I / E denota ya una complejidad que debe ser abordada. Si las diferencias entre las casas pequeñas de la cima y las casas más grandes en la base de la misma se debieran a cuestiones funcionales (habitación/almacenaje), cabe destacar que la excavación minuciosa de los exteriores permite afirmar que las pequeñas también funcionaron como unidades domésticas.

Según los excavadores, sería este momento contemporáneo a la gran expansión del cerro este, cuando de forma aproximada se documenta **la primera ocupación del cerro oeste (niveles VI-IV / W)**.

#### 4. Las casas rectangulares y una casa circular enterrada (nivel 0 / Este)

En esta fase se documentan las primeras **arquitecturas plenamente rectangulares**, con muros ortogonales y encadenados (*chainés*), diseñados de manera ordenada siguiendo una orientación paralela a las terrazas, al mismo tiempo que se identifica en la base de la pendiente un edificio circular y enterrado como el descrito en la fase anterior. Se ha podido documentar que presentaría grandes dimensiones, así como la presencia de una banqueta en su interior revestida de losas de caliza esculpidas y grabadas.

#### 5. Aldeas alrededor de una “plaza” particular (niveles II y III / Oeste)

EL nivel II / W es el más completo gracias a que fue ampliamente explorado aportando nuevos datos sobre la organización del poblado. Se observa la continuación del aprovechamiento de muros mediante la superposición de estancias. Se contabilizan un mínimo de diez construcciones caracterizadas por una notable diversidad de modelos arquitectónicos: **coexistencia entre casas rectangulares** con ángulos estrictamente ortogonales, incluyendo el modelo de *maison à antes* (ver *supra*), **junto a casas de contornos curvilíneos** (fig. 1.4.2a).

El poblado se estructura a partir de un espacio abierto o plaza ocupada por un gran edificio (EA30) (fig.1.4.3a) de tendencia elíptica y de tipo colectivo totalmente enterrado, con subdivisiones radiales y banquetas en su interior. Su excepcional preservación se debe en parte al incendio que se ha interpretado como un acto provocado, sobre todo por la presencia en el centro del edificio de un esqueleto sin cráneo<sup>26</sup>, con los brazos estirados que evoca algún

---

<sup>26</sup> Stordeur señala que la ablación del cráneo del esqueleto de la mansión EA30 pudo ser *post mortem* (Stordeur 1999).

episodio final de violencia. Este escenario contrasta con las prácticas funerarias documentadas hasta el momento en el yacimiento, las cuales se reducían a deposiciones de cráneos.

#### 6. Fase de transición PPNA-PPNB: (niveles -I y -II / E; I y 0 / W)

En el cerro este, según Stordeur y Abbès (2002), en la última fase de ocupación (mejor conservada -I / E que -II / E) se producen dos fenómenos paralelos en el plano arquitectónico. Por una parte, parece evidenciarse un “relajamiento” en la calidad de ejecución de las estructuras domésticas (mayor imprecisión en los contornos de las casas en comparación con los niveles previos). Por otra parte, el modelo de construcción comunitaria cambia (EA53)(fig.1.4.3a): planta circular, paredes de piedras y postes de madera, enterrado pero no subdividido y con la única presencia en su interior de una banqueta perimetral decorada con losas esculpidas. Un último nivel superior -II / E, muy alternado por la erosión de la superficie, cierra la secuencia de ocupación prehistórica del cerro este.

Respecto al cerro oeste, los niveles últimos I y 0 / W peor conservados han proporcionado tres casas, dos de ellas enteras que denotan la existencia de modelos antiguos (EA54, con cuatro estancias y un numeroso conjunto de útiles de molienda, cap.3.3.1) con otros modelos nuevos (EA56). Por último, se ha documentado la presencia de un último edificio comunitario (EA100) similar a EA53 (del nivel -I / E, ver *supra*), de planta circular, enterrado y no sólo decorado con losas esculpidas, sino que en este caso también han aparecido estelas esculpidas.

#### Los edificios comunitarios

Tal y como se ha podido constatar en Jerf el Ahmar y Mureybet, los **edificios comunitarios** cambian a través de la secuencia: los más antiguos construidos plenamente en el PPNA, son subdivididos y utilizados de manera polivalente (almacenaje, punto de reunión, actividades variadas). En Jerf el Ahmar, se encuentran ejemplos de este tipo en las estructuras EA7 (nivel I/E) y EA30 (nivel III-II/W), y, en Mureybet, en los edificios 47 y 42. En la fase de transición PPNA-PPNB de Jerf el Ahmar se observa un cambio hacia estructuras monocelulares sin más dispositivos interiores que una banqueta decorada, lo cual evoca un uso principal como lugar de reunión muy relacionado con la esfera simbólica (decoraciones esculpidas y esculturas). Los ejemplos de este tipo serían los edificios EA53 (nivel -I / E) (fig.1.4.3a) y EA100 (-I o -II / W).

#### *Síntesis de la ocupación humana de Jerf el Ahmar*

Tras la presentación de los diversos poblados sucesivos documentados en el yacimiento, cabe destacar una serie de cuestiones clave que definen la evolución arquitectónica de Jerf el Ahmar (Stordeur & Abbès 2002):

- Uniformidad en las técnicas constructivas y en los materiales empleados a lo largo de todo el proceso de ocupación.
- Evolución de tipo acumulativo en la que las nuevas formas comparten espacio con anteriores modelos arquitectónicos de manera que el paso de la planta circular a la rectangular es progresivo y presenta variantes intermedias (muros rectilíneos con ángulos redondeados) (Fig.1.4.1a-b).

- La organización del poblado se establece mediante terrazas construidas que implican un trabajo colectivo y planificado. Además, la construcción de edificios singulares de grandes dimensiones, semienterrados o enterrados, también denota un trabajo comunitario en su levantamiento y en su uso. Tales estructuras colectivas experimentarán un cambio funcional desde la plurifuncionalidad (almacenaje y lugar de reunión), hacia la especialización (lugar de reunión). Finalmente, el emplazamiento de estos edificios singulares parece trasladarse desde el centro (niveles I / E y II / W) hacia una extremidad del área construida (niveles –I / E).

- Las estructuras de combustión en Jerf el Ahmar se encuentran raramente en el interior de las casas a partir del nivel II / E, y más comúnmente entre las mismas sin poder ser establecido un uso individual de estos dispositivos domésticos. Según se observa en los últimos niveles, la ubicación, el número y las dimensiones de los hogares exteriores en los niveles de transición PPNA-PPNB refuerzan la hipótesis de una preparación colectiva de los alimentos.

Finalmente, cabe destacar la relación con otros yacimientos contemporáneos del Levante Norte en lo concerniente a la arquitectura. No cabe duda sobre la vinculación de Mureybet, concretamente la fase IIIA, con los niveles de Jerf el Ahmar adscritos plenamente al PPNA. Por otro lado, los yacimientos PPNA de Anatolia con una fuerte influencia del contexto iraquí de aquel momento, como Hallan Çemi (Rosenberg 1999, citado por Stordeur & Abbès 2002) y Çayonu (Özdoğan 1999; Özdoğan & Özdoğan 1990), que presentan arquitecturas domésticas con plantas circulares u ovals, parcialmente enterradas, similares al conjunto arquitectónico documentado en Jerf el Ahmar. Las *public buildings* de Hallan Çemi presentan muchos puntos en común con el edificio de las losas EA53 de Jerf el Ahmar: edificios redondeados, enterrados, con muros de sostenimiento en piedra y reforzados con postes y las banquetas dispuestas a lo largo de los muros circulares.

Desafortunadamente, no contamos con inventarios macrolíticos accesibles de estos yacimientos PPNA de Anatolia que nos permitan abordar la relación entre la organización del poblado y su utillaje doméstico.

## ***Utillaje***

### ***Industria lítica***

En cuanto a la gestión del **sílex**, a lo largo de la secuencia de ocupación del poblado se documentan dos sistemas de talla independientes: la talla unipolar y la talla bipolar. Las producciones sobre talla bipolar practicadas en los niveles plenamente PPNA de Jerf el Ahmar (VII a 0 / E; VI a II / W) se integran en las reglas generales de este tipo de producción en el período PPNA (Abbès 2007; Stordeur & Abbès 2002)(Fig.1.4.4). La gran mayoría de útiles se elaboran a partir de la talla bipolar (sobre todo láminas delgadas y laminillas destinadas a las puntas de proyectil, y en menor medida láminas más grandes y robustas destinadas a ser insertadas en hoces). Seguidamente, en la etapa de transición – última ocupación de Jerf el Ahmar – se identifica una nueva gestión y tratamiento de los núcleos de talla bipolar. Se observa una mayor rectitud en las producciones laminares, junto a un control de las morfologías (sobre todo para la obtención de útiles para cortar y segar), cuestiones que

anuncian las preocupaciones comunes en otros yacimientos del PPNB. Se hallan láminas conservadas en bruto, práctica que no se documenta en los niveles anteriores plenamente PPNA.

Un útil singular merece una consideración a parte: **las azuelas** de sílex tallado características de los yacimientos del Valle del Éufrates, también denominadas *herminette* de Mureybet. Se trata de útiles de percusión de morfología general plano-convexa, con un extremo activo cortante y pedúnculo proximal, el cual indicaría que se trata de un artefacto enmangado. Los estudios funcionales señalan la polivalencia de estos útiles empleados en el trabajo de madera, la piedra para la construcción de los muros de las casas y otros objetos en piedra caliza (recipientes<sup>27</sup>, losas, objetos simbólicos). Estos útiles desaparecen en la fase de transición PPNA-PPNB y todo parece indicar que fueron substituidos al inicio del PPNB antiguo por otras categorías como núcleos reaprovechados, grandes lascas y cantos trabajados entre otros productos de talla reciclados que fueron utilizados para la percusión. Este proceso de substitución de las *herminettes* precede a la aparición de útiles pulimentados de extremo cortante (hachas y azuelas).

Respecto a la **obsidiana**, material importado en Jerf el Ahmar, se constata un incremento constante de este material a lo largo de la secuencia, con una abrupta amplificación de su presencia en los niveles más recientes (M.C. Cauvin, com pers. en Stordeur & Abbès 2002). La talla de la obsidiana se realiza en el poblado a partir de bloques importados en bruto desde el exterior. El origen de los bloques de obsidiana (determinado solo un 10% del conjunto recuperado) se sitúa provisionalmente en Anatolia central (Göllu Dag Est).

### *Industria ósea*

Le Dosseur (2011) identifica una notable variedad y, a la vez, una distintiva simplicidad en la producción de objetos en hueso de Jerf el Ahmar. Se constata la obtención de soportes y objetos poco estandarizados, rápidamente ejecutados, a pesar de que las técnicas de fabricación son las que presentan mayor variedad. Tampoco se documentan novedades a nivel de tipos de útiles en relación a los períodos anteriores (Natufiense y Khiamiense).

Los útiles en punta, principalmente punzones, son la categoría mayoritaria a lo largo de la ocupación de Jerf el Ahmar, a pesar de que la presencia de otros tipos atestiguan una notable variedad de actividades realizadas con este utillaje en el poblado. Se trata principalmente de actividades de transformación – perforación, ensamblaje, talla lítica, alisado, etc. – que atañen a la esfera doméstica. Por otro lado, se documentan algunos cambios en la fabricación y gestión de este utillaje a través de la secuencia. A partir del nivel III/E, la industria ósea parece diversificarse, mientras que al final de la secuencia, en el período de transición PPNA-PPNB, se documenta un aumento relativo<sup>28</sup> de los útiles con filo cortante respecto a los punzones. Tal

---

<sup>27</sup> A nivel traceológico se han identificado patrones de desgaste en las *herminettes* de Jerf el Ahmar vinculados al contacto con un roca blanda tipo creta (Brenet *et al.* 2001; Sánchez-Priego *et al.* 2007), por lo que las secuencias de talla observados en la manufactura de los útiles de molienda y trituración de caliza analizados en este trabajo podrían haberse realizado con las mismas *herminettes*.

<sup>28</sup> LeDosseur (2011) advierte que los ítems sobre industria ósea recuperados en estas fases finales de Jerf el Ahmar son escasos en relación a las fases anteriores, por lo que las interpretaciones propuestas deben tomarse con cautela.

fenómeno de crecimiento en la producción de útiles cortantes se registrará en el PPNB del Levante meridional. En el caso concreto de Jerf el Ahmar, futuros análisis traceológicos de estos útiles cortantes sobre hueso permitirán relacionarlos o no con la siega de plantas salvajes, tan relevante en el registro arqueobotánico del yacimiento, y por consiguiente, en la alimentación de sus habitantes.

### *Industria macrolítica*

El utillaje macrolítico, exceptuando el instrumental de molienda y trituración, no ha sido estudiado de manera unitaria, sino que diversas categorías de útiles han sido presentados, o se están estudiando, en diferentes trabajos. Destaca el estudio de los vasos de piedra (Lebreton 2003), de los que destacan los ejemplares decorados (Fig.1.4.4), y otros como el análisis de los, los bastones pulidos, “*Baton polies*” (V. Huyard).

### *Estrategias de subsistencia*

La importancia que tuvo la recolección de plantas silvestres y su posterior procesado en poblados como el de Jerf el Ahmar (Willcox *et al.* 2009) ha dado pie a proponer un estadio de agricultura pre-doméstica en el período PPNA. Los resultados del análisis arqueobotánico se presentan en la tabla de la fig.1.4.5. Como especies dominantes se documentan la cebada (*H. spontaneum*), seguida de la categoría *Triticum/Secale*<sup>29</sup> (trigo salvaje y centeno)(fig.1.4.7), y del centeno (*Secale*); mientras que el trigo o escaña salvaje (*T. boeoticum*) es menos presente (aunque se incrementa a través de la secuencia). De todas estas especies, la cebada salvaje es la más resistente a las altas temperaturas y a las sequías, cualidades que probablemente expliquen su domesticación en el período siguiente (PPNB). La presencia de paja con restos de espiguillas, raquis, etc., de cereal salvaje utilizado como desengrasante en el pisé de las construcciones del poblado indica que el descascarillado y el aventado de estos cereales tuvo que realizarse en el poblado o cerca del mismo (Willcox & Fornite 1999). Otras gramíneas silvestres con granos de menor tamaño, como la *Stipa* o *Aegilops*, pudieron ser recolectadas y consumidas junto a los cereales silvestres en Jerf el Ahmar. En este sentido, cabe destacar la recogida de una concentración de 118 bases de *Aegilops* procedente de un mismo contexto arqueológico, conjunto que fue interpretado como el resultado de un proceso de trillado (Willcox *et al.* 2008).

En relación a las leguminosas, destacan sobre todo la *Lens* (lenteja) y el grupo *Vicia/Lathyrus*, en el cual estaría incluido el *Pisum elatius*, el ancestro del guisante doméstico. La gran presencia de *Lens* en el registro arqueobotánico (aparece en un 77% de las muestras) contrasta con la reducida distribución natural de esta planta en la zona del Éufrates (campos muy reducidos que dificultan su recolección), vestigio que podría indicar un posible cultivo incipiente de este taxón. En cuestión de frutos, la especie *Pistacia* (pistacho) es la más abundante entre todas las documentadas, junto a la *Amygdalus* (almendro) y la *Capparis* (alcaparra). Por último, cabe destacar la presencia extraordinaria de restos de plantas

---

<sup>29</sup> Willcox *et al.* (2008) proponen esta categoría mixta para un gran número de restos carbonizados recuperados en los yacimientos del Xº milenio en el Levante septentrional, la cual incluye restos de centeno salvaje (*Secale*) y de trigo salvaje (*T. boeoticum*), especies difíciles de distinguir especialmente cuando los granos se encuentran carbonizados.



procesadas en forma de *seed cakes*, conglomerados de restos de fragmentos de semillas, que corresponden a evidencias directas del procesado que se llevó a cabo con estas plantas.

A lo largo de la ocupación del yacimiento, se suceden cambios en la explotación de las plantas silvestres (fig.1.4.6). Se observa una reducción en el uso de taxones con pequeños granos, como el *Polygonum* y el propio centeno (*Secale*), dejando paso al incremento de taxones que serán finalmente domesticados como la cebada (*H.spontaneum*), el trigo o escaña (*T. boeoticum*) y la arveja (*Vicia cracca*). El análisis arqueobotánico, además, ha permitido identificar que la cebada y el centeno fueron recolectados, procesados y almacenados por separado. En este sentido, cabe destacar la presencia de **estructuras de almacenaje** en espacios colectivos como el edificio EA30.

Los resultados del estudio microregional de Chambrade (2012) sobre el yacimiento de Jerf el Ahmar le han dado pie a proponer que su ubicación sobre un cono de deyección pleistocénico no resulta el lugar idóneo para el cultivo de tierras cercanas (las tierras más aptas se encuentran disgregadas y más alejadas del poblado). La autora sugiere que, si bien los conocimientos para el cultivo no debieron guiar la elección del emplazamiento en el momento de la fundación del poblado, es posible que el desarrollo posterior de sus habitantes demandase un acceso más óptimo a las tierras para cultivar. Estos cambios en las estrategias de subsistencia pudo provocar el abandono de Jerf el Ahmar tras los 500 años de ocupación documentados. Los episodios de subidas del cauce del río y el aumento de las precipitaciones en el Dryas Reciente, también pudieron constituir un factor más de abandono del poblado (Chambrade 2012: 515).

La caza constituye uno de los pilares en la alimentación de los habitantes de Jerf el Ahmar. Ésta se orienta principalmente hacia la gacela (*subgutturosa*), aunque también hacia los équidos (asno salvaje, *Equus hemione*) y el uro (*Bos primigenius*). Los datos indican que la caza es estacional, probablemente marcada por el ciclo agrícola (Gourichon 2004: 307) y se lleva a cabo de manera comunitaria. Al inicio de la secuencia, los équidos son mayoritarios, y más tarde lo será la gacela. La ornitofauna también está presente, mientras que la pesca es minoritaria (Gourichon 2004: 412).

### ***Aspectos simbólicos y prácticas funerarias***

El registro simbólico de Jerf el Ahmar plasmado sobre grabados y esculturas es rico y variado, y sitúan a este yacimiento cerca de la corriente cultural de Anatolia central y los Valles altos (por ej. en yacimientos como Gobekli, Hallam Çemi, Nevali Çori). Aparecen algunas representaciones humanas, a pesar de que el bestiario domina tales representaciones sobre todo con animales “feroces”: uros, felinos, rapaces, serpientes y escorpiones. Finalmente, los motivos geométricos (espigas, líneas onduladas o paralelas) también están muy presentes, como en los **vasos sobre clorita**<sup>30</sup> pulimentados y decorados mediante incisiones en forma de bandas de triángulos. Según Stordeur (2000), los signos geométricos y los animales grabados sobre plaquetas y losas utilizadas en la arquitectura actuarían a modo de pictogramas (Fig.1.4.4).

---

<sup>30</sup> La clorita sería una materia importada desde Anatolia, según Santalier *et al.* 1997.

Se cuenta con pocos datos relacionados con las prácticas funerarias. Los escasos restos humanos documentados han aparecido en los lugares comunitarios (niveles PPNA), como una deposición de dos cráneos en la fundación del agujero de poste del edificio EA7 (nivel I/E), y otros tres cráneos aparecidos en un hogar exterior en cubeta relleno de cantos (nivel II/W). Por otro lado, destaca la presencia de un cuerpo femenino con el cráneo y varias vértebras cervicales retiradas del esqueleto, el cual apareció en la estancia central del edificio comunitario EA30 (nivel II/W). Un último cráneo fue documentado cerca del esqueleto acéfalo, aunque según un estudio preliminar (J. Anfruns, citado en Stordeur & Abbès 2002), éste debe pertenecer a otro individuo.

**- Tell Halula: datos para el conocimiento del horizonte PPNB, el "Late Neolithic" y el período Halaf en el Valle medio del Éufrates.**

El yacimiento de tell Halula se encuentra ubicado en la orilla derecha del río Éufrates a unos 700 m de distancia del actual cauce del río, en una zona de confluencia entre tres ecosistemas diferenciados (ribera, montaña baja y estepa). El tell ocupa una extensión de 8,3 ha (fig.1.4.8) y se compone de un paquete estratigráfico de unos 11m de altura de sedimentos en relación a las terrazas fluviales donde se asienta. Las excavaciones realizadas por la misión española dirigida por Miquel Molist entre 1991 y 2011 han permitido definir hasta 38 fases de ocupación sucesivas del poblado. Mediante la secuencia estratigráfica establecida en los trabajos de campo y la serie de dataciones absolutas de C14 (fig.1.4.6), estas fases de ocupación han podido ser ubicadas en los horizontes históricos siguientes (Molist 1994; Molist 1996; Molist 2001; Molist & Vicente 2013)(fig.1.4.3).

- Las primeras ocupaciones o fases de ocupación **F.O. 1-20** (sector 2/4), corresponden a los horizontes **PPNB medio y reciente** (desde 7700-7600 Cal ANE, cubriendo el resto del VIIIº milenio cal ANE).

- En continuidad estratigráfica se documentan las fases **F.O. 21-34** (sectores 2/4, 7, 14, 1 y 30) atribuidas a los horizontes **Late Neolithic o Pre-Halaf** (6900-6100 Cal ANE).

- La **F.O.35** (sector 43) documentada en las campañas de 2002-2003, permitió proponer la fase transicional denominada **Proto-Halaf** (en torno al 6100 Cal ANE).

- Las ocupaciones más recientes **F.O. 35-38** (sectores 1, 7, 30, 43 y 49) corresponden al horizonte **Halaf** (6000-5500 Cal ANE), se sitúan en los niveles más próximos a la superficie de la parte alta del tell.

Entre los aspectos generales más relevantes distinguiríamos la gran continuidad en la ocupación del yacimiento de tell Halula, constituyendo uno de los asentamientos claves para el estudio de la secuencia del neolítico cerámico en el valle del Éufrates. Tal continuidad permite analizar la evolución diacrónica de los aspectos socioeconómicos gracias a las evidencias de una agricultura consolidada, los inicios de la ganadería, y una progresiva complejidad del hábitat y de las producciones artesanales (entre otras, el inicio de las producciones cerámicas).

Con respecto al entorno geológico, el yacimiento de tell Halula se halla asentado sobre terrenos del Eoceno Superior y está delimitado en buena medida por los cursos de agua perenne de los Wadi Abu Gal Gal y Wadi el Fars (Fig.1.4.2). El estudio realizado por A. Álvarez (2013) distingue los siguientes niveles geológicos.

- Los materiales eocénicos están formados, en su base, por calizas margosas de colores muy claros (gris, amarillo, blanco...) y restos de fósiles. En los niveles superiores, estos materiales pasan a ser cada vez más margosos, con la presencia de algunos pequeños granos de cuarzo y con la casi total desaparición de restos orgánicos (fósiles). En conjunto, se trata de materiales muy blandos y fácilmente erosionables por los ríos, los cuales han excavado profundamente la roca discurriendo encajados la mayor parte de su trayecto.

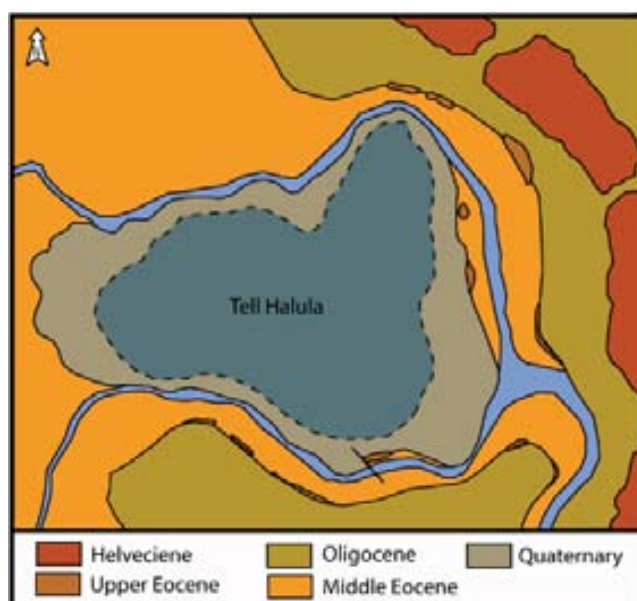


Fig. I.4.2. Esquema geológico del entorno inmediato de tell Halula (modificado por Borrell 2006, fig.22, a partir de Álvarez, 2013).

- La serie oligocénica está formada por alternancias de materiales muy diversos entre los que conviene destacar unas calizas fosilíferas muy dolomitizadas y de aspecto granudo que exterioriza su estructura psiolítica. Son los materiales más duros de la serie y actualmente marcan, en dirección N, los niveles más altos del relieve. Es preciso indicar la presencia de finas capas de caliza micrítica de grano muy fino y de composición muy homogénea. Hacia el sur, aparecen los niveles más recientes, representados por materiales del Helveciense (Mioceno). Constan de calizas organógenas, localmente dolomitizadas, con alternancia de materiales arcillosos.

- El Cuaternario de la zona corresponde a diversas terrazas de los *wadi* que han excavado su lecho sobre terrenos del Eoceno superior. Se trata de materiales de composición muy homogénea, formados por cantos heterométricos y poco rodados, procedentes del desmantelamiento de materiales eocénicos y miocénicos. Se pueden distinguir diversas terrazas, una de ellas formada por cantos más redondeados y mejor clasificados en cuanto al tamaño.

El emplazamiento de tell Halula en la ribera derecha del río Éufrates, y en un punto sobre la terraza OII que se encuentra alejado por 2 km hasta el margen del río, difiere notablemente de la localización de los asentamientos precedentes en el PPNA, Jerf el Ahmar y Dja'de, situados plenamente sobre la plana aluvial del Éufrates (Fig. III.1.10). Tell Halula se ubica mirando hacia la llanura de Menbij, por lo que el acceso a amplias tierras de cultivo resulta más inmediato hacia la llanura que hacia las terrazas del Éufrates (Chambrade 2012: 533).

PPNB Medio	FO-1	7800 Cal B.C.
	FO-2	
	FO-3	
	FO-4	
	FO-5	
	FO-6	
	FO-7	
	FO-8	7560 Cal B.C.
	FO-9	
PPNB Reciente	FO-10	
	FO-11	7540 Cal B.C.
	FO-12	
	FO-13	
	FO-14	7320 Cal B.C.
	FO-15	
	FO-16	
	FO-17	
	FO-18	
	FO-19	
	FO-20	
	FO-21	
Pre-Halaf	FO-22	
	FO-23	
	FO-24	
	FO-25	
	FO-26	
	FO-27	
	FO-28	
	FO-29	
	FO-30	
	FO-31	
	FO-32	
	FO-33	
Proto-Halaf	FO-34	
	FO-35	
Halaf	FO-36	
	FO-37	5700 Cal B.C.

Fig. I.4.3. Representación de las diferentes fases de ocupación en relación a los diferentes horizontes históricos y dataciones absolutas (basado en la tabla de Tornero 2006: 179).

### **Arquitectura y ocupación del poblado**

Los datos sobre las primeras ocupaciones del tell (F.O.1-4), instaladas directamente sobre el suelo natural, corresponden a estratos vinculados a áreas de actividad al aire libre, así como algunos restos arquitectónicos que sobrepasan hasta el momento el área excavada. En estos primeros estratos se pudo recoger abundante material arqueológico, niveles orgánicos (cenizas, carbones) y alguna estructura doméstica de construcción simple como cubetas excavadas.

A partir de las siguientes fases de ocupación, la gestión del espacio y desarrollo arquitectónico del hábitat se puede caracterizar por unas ocupaciones de tipo aglutinado, denso, con unas construcciones domésticas de planta rectangular, un modelo pluricelular complejo y de gran inversión técnica que caracterizará la ocupación **PPNB** de tell Halula (F.O.5-14) (fig.1.4.9).

Una de las singularidades de los niveles del período PPNB de tell Halula es sin duda la regularidad y la calidad tecnológica de las construcciones domésticas. En efecto, se documenta un modelo arquitectónico de casa de planta rectangular, con orientaciones N-S o E-W, y 3, 4 o 5 habitaciones que seguirá un patrón estandarizado hasta el PPNB reciente. Las casas construidas sobre terrazas y siguiendo el mismo patrón arquitectónico se sitúan en paralelo dejando un espacio de circulación intermedio de aprox. 1m (fig. 1.4.10). En la parte frontal de las casas (zona sur), se han documentado espacios al aire libre formados por densos suelos exteriores con una alta concentración de material arqueológico (restos de fauna, lítico, cenizas) y numerosas estructuras tipo fosa, estructuras de combustión y algunos ejemplares de *grill plan*<sup>31</sup>.

La planta de casa rectangular estándar del PPNB en tell Halula se estructura de la siguiente forma. En la habitación central de mayor tamaño (18-22 m<sup>2</sup>), donde destaca un suelo de cemento enlucido, se ubican estructuras domésticas como un horno, un hogar y postes para sostener el techado. Este espacio central está conectado con otros dos, tres o cuatro espacios complementarios más pequeños, ubicados generalmente en la parte norte de la construcción, con menor inversión tecnológica, donde se construyen dispositivos domésticos de diverso tipo, como silos aéreos, *grill plans*, fosas, y donde se han recuperado multitud de útiles de diverso tipo a modo de almacén de herramientas (utillaje lítico en la que destaca una hoz entera<sup>32</sup>, industria ósea e industria macrolítica como molinos, moletas, hachas pulimentadas, pulidores con ranura, etc.). Finalmente, en algunas casas se construye una tercera habitación situada en el extremo opuesto (zona sur), el denominado *iwán* o porche, ya que es considerado como un espacio semiabierto y adosado a posteriori a la estructura central que formarían las habitaciones anteriormente descritas (Fig.1.4.4). En este porche, con un acceso directo a la habitación central, se documentan de manera recurrente estructuras de procesado y

---

<sup>31</sup> Los *grill plans* son estructuras construidas con adobes a partir de 4-5 muros de poca altura dispuestos en paralelo y formando una planta tipo parrilla. También han aparecido estructuras similares en el PPNB antiguo de Dja'de, y por asociación a las plataformas documentadas en yacimientos del neolítico cerámico del norte de Mesopotamia (Munchaev & Merpert 1981, citado por Molist 1998), les ha sido propuesta una función de plataformas de secado.

<sup>32</sup> Borrell & Molist (2007).

almacenaje tipo *grill plans*, cubetas y silos aéreos, así como material arqueológico (fauna e útiles diversos). Todo ello denota que se trata de áreas donde se lleva a cabo una gran diversidad de actividades productivas.



Fig. I.4.4. Reconstrucción de una casa PPNB de tell Halula. La imagen recrea el ritual mortuario en el que se enterraban los individuos dentro de las casas (Ilustración de E. Carlson, en Guerrero *et al.* 2009)

Las casas del PPNB de Halula, con fundamentos de piedra y muros de adobe, se reconstruyen durante varias fases manteniendo la misma planta y reaprovechando parte de la estructura anterior. Ya en las fases de ocupación del PPNB reciente, se documenta la primera estructura considerada de tipo colectivo o monumental del poblado, el muro de aterramiento del sector 1, construido en piedra seca y que conserva un tramo de 25m de largo por una altura variable entre 3,20-3,80 m (Molist 1998).

A partir de las F.O. 15 y 16, correspondientes al final del período PPNB, se observa un cambio fundamental hacia una ocupación de tipo más disperso, con amplios espacios abiertos de uso doméstico entre las diferentes unidades de habitación. Este tipo de distribución perdurará a lo largo de los períodos *Late Neolithic* y *Halaf* (F.O.20-38) (Molist 1998, 2001, 2012).

La fase correspondiente al **Pre-Halaf** o **Late Neolithic** destaca por una continuidad estratigráfica avalada por las dataciones radiocarbónicas que indican una ocupación sin ruptura entre las últimas ocupaciones del PPNB reciente y los primeros niveles Pre-Halaf (Molist *et al.* 2008, 2013). A nivel arquitectónico, vuelve a documentarse la asociación entre casas de planta rectangular de tipo multicelular (formadas por pequeñas estancias) y las de planta circular (los denominados *tholo*). La presencia de estructuras enlucidas, fosas, estructuras de combustión, agujeros de poste y material arqueológico en el interior de los dos modelos arquitectónicos sugiere en principio una función doméstica para los dos tipos (rectangular y circular).

Los elementos arquitectónicos documentados durante la fase de transición denominada Proto-Halaf, y durante todo el horizonte Halaf, muestran un modelo de poblado muy similar a la documentación previa de construcciones domésticas que combinan las plantas rectangulares y

pluricelulares con las de tipo circular unicelular. Los resultados de los trabajos de campo parecen evidenciar que durante el neolítico cerámico en Halula se desarrolla un modelo de poblado abierto donde las casas se disponen de manera aleatoria, distantes entre ellas y con grandes áreas abiertas entre sí donde tienen lugar las principales actividades económicas. Por otro lado, en estos niveles superiores, la presencia de numerosas fosas, la baja inversión de trabajo en las construcciones, etc., puede coincidir con las últimas hipótesis acerca de la gran movilidad que podrían haber presentado estos grupos Halaf (Campbell 1992; Akkermans & Schwartz 2003; Bernbeck & Pollock 2003, citados en Molist *et al.* 2013).

## *Utillaje*

### *Industria lítica*

Los instrumentos de sílex tallado en las primeras fases de ocupación documentadas en tell Halula (F.O.1-10, publicadas en Molist *et al.* 2001; Palomo 2013) se caracterizan por una producción laminar del 31% (el resto corresponde a producción de lascas), un bajo porcentaje de retocados (10%) y una presencia reducida de sílex exógeno (grupo 7<sup>33</sup>) habitualmente destinado a producciones laminares. En cambio, el trabajo de Borrell (2006, 2007) analiza en profundidad las fases de ocupación 8 a 14 en las que se ha podido excavar una gran extensión del yacimiento (sector 2/4). En este período, datado en torno a la primera mitad del VIII<sup>o</sup> milenio cal ANE, se documenta una explotación de materias primas procedentes de las paleoterrazas del Éufrates más inmediatas al poblado (70% de la producción), mientras que también se explotan afloramientos primarios de sílex de gran calidad en relación a sus aptitudes para la talla (grupo 7, Borrell 2006). En cuanto a producciones, se registra un 50% de tipo laminar (unipolar y bipolar) frente a un 50% de producción de lascas. El *tool kit* estaría formado principalmente por puntas de proyectil (mayoritariamente Byblos), hojas de hoz, raspadores y láminas retocadas, en menor medida buriles, y finalmente, una presencia escasa de perforadores y denticulados. En términos generales, destaca una selección clara de los soportes y de las materias primas para cada categoría de útil. Este el utillaje identificado, destaca la aparición extraordinaria de una hoz entera en la fase F.O.14 del cuadro 2/4 (Borrell 2007).

Otros estudios (Molist *et al.* 1994) señalan que, hacia el final del período pre-cerámico (F.O.11-19), se observa una reducción de la producción laminar y de la explotación del sílex de calidad (grupo 7). Finalmente, este proceso de cambio tecnológico se acentúa en el período Pre-Halaf (F.O.20-32, Ferrer 2000; Molist & Ferrer 1994; Ferrer *et al.* 1996), ya en el VII<sup>o</sup> milenio Cal ANE, cuando la talla bipolar se abandona progresivamente, se substituye por la producción de lascas (90%), el porcentaje de retocados es del 6%, y se deja de explotar el sílex procedente de afloramientos primarios (grupo 7) para centrarse por completo en la explotación de las paleoterrazas del Éufrates más inmediatas.

---

<sup>33</sup> El grupo 7: roca silíceo de color marrón claro, de posición primaria y secundaria y forma tabular globular. Criptocristalino, muy homogéneo y con pocos carbonatos y con presencia esporádica de nomolitos (Borrell 2006: 178).



Por otro lado, se han efectuado estudios traceológicos sobre el instrumental lítico (Ibáñez *et al.* 1999; González & Ibáñez 2001; Anderson 1992), identificándose ampliamente el trabajo sobre vegetales (siega), hueso, pieles animales y roca (corte, raspado, cincelado, incisión) como, por ejemplo, en la confección de vasos de piedra.

En cuanto al análisis de las producciones sobre obsidiana, principalmente destinada a la obtención de laminillas, los primeros análisis pudieron establecer un origen de la materia prima desde Anatolia central y oriental (Pernicka *et al.* 1997). Una nueva serie de análisis fue realizada en el marco de la tesis doctoral de S. Delerue, afianzando de manera mucho más detallada esta doble procedencia geográfica septentrional a lo largo de toda la secuencia (Delerue 2007).<sup>34</sup>

#### *Industria macrolítica*

En Halula, la industria macrolítica es numerosa y diversa, incluyendo categorías de útiles como el instrumental de molienda y trituración, los vasos de piedra, los útiles con filo, los objetos de ornamento y las bolas de piedra. Clop y Álvarez (2008, 2013) establecen que las materias primas mayormente utilizadas para confeccionar todos estos objetos son las rocas sedimentarias (42%) y las rocas volcánicas (40%), mientras que los objetos realizados sobre rocas metamórficas, rocas plutónicas y materiales de otro tipo fueron escasamente utilizados (18% restante del total) en tell Halula. La gran variedad morfológica y tipológica de este utillaje dificulta hasta el momento la realización de una síntesis general. Destacan por su singularidad, y a modo de ejemplo, los útiles en piedra interpretados como probables hormas para la fabricación de calzado, las bolas en galena, así como las piedras con ranura y decoración incisa (Molist & Faura 1999; Molist *et al.* 2012). Finalmente, señalar también la identificación de un útil singular que ha dado pie a la proposición sobre la existencia de azadas de caliza blanda en el PPNB de Halula (Borrell & Molist 2006; Ibáñez *et al.* 1999).

#### *Industria ósea*

Los primeros análisis de la industria ósea (Stordeur 1996; Barrachina 2013), principalmente centrados en las campañas iniciales, indican que los objetos más representados corresponden al grupo de los perforantes o apuntados. La ampliación posterior de los trabajos de campo ha incrementado substancialmente el registro y muestran una gran variedad de útiles. Entre los objetos más singulares del horizonte precerámico destacan las agujas. En este sentido, las investigaciones en curso sobre la totalidad de los útiles recuperados en la secuencia completa del yacimiento aportarán nueva información sobre la tecnología y la funcionalidad de los instrumentos en hueso (Taha en prensa, en preparación).

#### *Producciones cerámicas*

El proyecto de investigación sobre tell Halula ha permitido revisar el fenómeno de la aparición de las primeras producciones cerámicas y establecer una zona de origen en el área del valle del Éufrates. El estudio se ha realizado a partir de amplios conjuntos materiales recuperados en diversos sectores excavados en el tell, de manera que ha sido posible proponer una secuencia

---

<sup>34</sup> Recientemente se ha establecido un nuevo subprograma de análisis entre la Univ. de Bordeaux y el SAPPO, en el marco del programa Europeo Chrisma, cuyos resultados están en curso de estudio.

para las producciones cerámicas desde las primeras producciones del Pre-Halaf, hasta las producciones cerámicas estandarizadas del Halaf. Los resultados del estudio detallado a nivel morfo-tecnológico, en relación a la secuencia estratigráfica observada en el sector este y sur del asentamiento, permiten plantear un desarrollo de la **cerámica Pre-Halaf** en tres fases que tienen su correspondencia con los otros aspectos de la cultura material y, sobre todo, con la estratigrafía y las fases de ocupación del yacimiento (Faura 1996):

- **Fase cerámica 1 (6900-6600 Cal ANE)**. Los primeros conjuntos cerámicos se localizan en niveles en continuidad estratigráfica con las ocupaciones precerámicas. Se trata de cerámicas caracterizadas por el predominio de las series con inclusiones minerales (68 %) y, en menor medida, por las series con inclusiones vegetales y acabado alisado (32%). Entre las producciones con inclusiones minerales, se han distinguido las “*Black series*”, unas producciones muy específicas, con acabados cuidados bien pulidos o bruñidos y de morfología simple. El elemento más característico de esta serie es la presencia de desgrasante mineral añadido, en particular, la calcita, que se interpreta como un activo tecnológico que daría mayor resistencia a estos recipientes para su uso directamente sobre el fuego.

- **Fase cerámica 2 (6.600-6300 cal BC)**. Presenta una inversión en la proporción de las series, siendo las cerámicas con inclusiones vegetales como material desgrasante (68 %) las más abundantes en esta fase; mientras que las producciones con inclusiones únicamente minerales se han reducido (32%). El cambio de proporción no se documenta de manera abrupta, sino que va aumentando en los estratos superiores del nivel arqueológico. Entre las producciones minerales, se mantienen las “*Black series*” con inclusiones minerales, como el tipo de cerámica más numeroso. Una serie de vasos abiertos con inclusiones vegetales pueden presentar de manera novedosa una decoración de tipo plástico a base de cordones simples o dobles. También se documenta una serie con pastas más depuradas, también con superficies alisadas o pulidas, algunos fragmentos de la cual presentan por primera vez en el yacimiento, decoración pintada con pintura roja (ver *infra*) o el uso de engobe rojo.

- **Fase cerámica 3 (6.300-6.100 cal BC)**. La composición del conjunto cerámico de esta fase varía de manera significativa en relación con las fases 1 y 2, a pesar de la presencia minoritaria de cerámicas características de las fases anteriores, especialmente las “*Black series*”, pero ahora asociadas a un conjunto tipológico, morfológico e incluso tecnológico completamente diferente. La ratio entre las dos series (desengrasante vegetal y mineral) es similar a la documentada en la fase anterior. Asimismo aumenta la serie con engobe rojo y sobre todo la serie con decoración impresa y, en menor cantidad, con decoración incisa. Destaca por otro lado la serie mineral de paredes finas y pulidas, dando lugar a la producción *Dark Faced Burnish Ware* (Faura 1996; Faura & Le Miere 1999).

Posteriormente, las cerámicas de **tipo Proto-Halaf**, formando una fase transicional hacia el nuevo horizonte, están caracterizadas por la continuidad general de las producciones anteriores, acompañadas por la aparición de nuevos tipos cerámicos de morfología y tipología claramente exógenos (Cruells & Nieuwenhuyse 2004).

Finalmente, el horizonte **Halaf** se define por un gran desarrollo tecnológico sobre todo por la calidad de las producciones, las técnicas y las decoraciones (Cruells 2005, Gómez 2012). Más concretamente, el período Halaf final se caracteriza, de esta forma, por la producción de vasos

de paredes finas y formas complejas que evidencian un elevado grado de perfeccionamiento en el que además se ha podido identificar una compleja cadena operativa dónde la adquisición de pigmentos minerales, como el manganeso, es elevada (Gómez *et al.* 2012).

### ***Estrategias de subsistencia***

La documentación existente vinculada a la explotación de recursos vegetales y animales permite caracterizar tell Halula como un poblado de los primeros agricultores y ganaderos del Levante norte y del Próximo Oriente. Los estudios arqueozoológicos y paleobotánicos proporcionan las evidencias materiales para constatar la evolución de una economía de subsistencia centrada esencialmente en la explotación de especies salvajes en los niveles inferiores, hasta la gestión de productos domésticos a lo largo de la ocupación PPNB.

La explotación de los recursos vegetales muestra desde la base, y por primera vez en el valle del Éufrates, una agricultura incipiente en el periodo **PPNB** de diferentes especies de trigos morfológicamente domésticos (*Triticum aestivum/durum*, *Triticum monococcum*, *Triticum dicoccum*); pero se constata también la existencia de variedades de tipo salvaje como el *Triticum dicocoides* o la cebada (*Hordeum spontaneum*), bien como resultado de una recolección, bien en forma de cultivo pero a partir de semillas morfológicamente salvajes. Por otro lado, se documenta la explotación agrícola de leguminosas como *Lens orientalis/culinaris*<sup>35</sup> (lenteja) y en menor cantidad *Lathyrus sativus*-type (guija), *Pisum sativum* (guisante) / *Pisum* sp. y *Vicia* cf. *ervilia* (arveja), así como la explotación de especies frutales como el olivo, el ciruelo (*prunus*), la alcaparra, la higuera, el almendro y algunos restos de vid. La documentación disponible para el horizonte **Pre-Halaf** mantiene la representación de las mismas especies vegetales, añadiendo la aparición de la *Vicia faba* (haba). Finalmente, en el período **Halaf**, las frecuencias de aparición de las diferentes especies parecen variar respecto a los períodos anteriores. Los cereales mayoritarios son la escanda almidonera (*T. dicoccum*, trigo vestido) y la cebada de dos carreras (*Hordeum Vulgare*, variedad vestida), además de la singular presencia numerosa de carióspsides y horquillas de *Aegilops* (planta silvestre). En el Halaf prácticamente dejan de documentarse especies de leguminosas, y a nivel de frutas tan sólo se documenta la alcaparra.

Los análisis antracológicos muestran una gran variedad de especies como *Pistacia*, *Quercus*, *Fraxinus* o *Populus*, que serían indicadores de una vegetación adaptada a un clima ligeramente más húmedo que el actual. Las características más favorables a la existencia de cultivos de secano han sido igualmente puestas en evidencia por los análisis de isótopos de C13 (Willcox & Català 1996; Araus *et al.* 2001). La importante presencia de lino en el registro arqueobotánico (uso de sus fibras para funciones textiles) ha llevado a proponer también su cultivo por parte de los habitantes de tell Halula (Willcox & Català 1996; Willcox *et al.* 2009; Buxó & Rovira, 2013).

Tell Halula constituye hasta el momento uno de los únicos asentamientos del área del levante oriental donde ha sido posible seguir de forma continua y progresiva en el tiempo los procesos

---

<sup>35</sup> El tamaño pequeño de las semillas de *Lens* encontradas en tell Halula sugieren un estadio intermedio entre salvaje y doméstico (Buxó & Rovira, en prensa).

de domesticación de la cabra, la oveja, el buey y el cerdo. Se observa la incorporación de estas cuatro principales especies domésticas en el poblado, y la consolidación y diversificación productiva de las estrategias ganaderas de forma paralela al descenso paulatino de la actividad de caza.

Durante las ocupaciones más antiguas, las especies salvajes desempeñan todavía un rol preeminente en el aprovisionamiento de alimentos de origen animal (principalmente gacelas, cérvidos, équidos, suidos y bovinos). La estrategia de caza practicada se caracteriza por la explotación simultánea de biotopos diferenciados, evidenciándose, a partir de los criterios de selección, una utilización flexible y no especializada de los mismos. La única especie doméstica documentada durante las ocupaciones más antiguas del PPNB medio es la cabra (*Capra hircus*).

Hacia el final del PPNB medio, se documenta uno de los principales puntos de inflexión en la gestión de los recursos animales, coincidiendo con las F.O. 6, 7 y 8. Durante las ocupaciones 6 y 7, los restos de cabra doméstica desaparecen prácticamente del registro arqueológico. El sacrificio de animales domésticos se ve reemplazado por la intensificación de la caza de uros, gacelas y cérvidos. Será a partir de la fase de ocupación siguiente, la F.O. 8, cuando se asista de forma progresiva a la plena estabilización de la actividad ganadera. Ésta contempla la incorporación, a finales ya del PPNB medio, de una nueva especie doméstica, la oveja (*Ovis aries*), paralelamente al incremento, de nuevo, de la ganadería caprina. No obstante, las ovejas no tardarán en reemplazar y superar la importancia económica hasta el momento concedida a las cabras. Paralelamente, las prácticas cinegéticas, si bien continúan constituyendo una fuente básica de suministro alimentario, experimentan un descenso significativo, dirigiéndose ahora hacia el binomio équidos-suidos en detrimento de gacelas, cérvido y bovino. La cantidad de alimento potencialmente suministrada por ovejas y cabras no supera, de todas formas, el 15% del producto obtenido de los recursos animales. Paralelamente al producto cárnico, los patrones de sacrificio documentados para los ovicaprinos durante estas cronologías evidencian la potencial explotación de la lana (Saña & Tornero 2012).

Tanto la disminución de talla y de sus porcentajes de representación, como la dinámica registrada en los patrones de representación esquelética, están indicando un cambio en la modalidad de gestión de uros y jabalís. Puede decirse, pues, que es desde los momentos iniciales del PPNB reciente (fases de ocupación 9-12) cuando se asiste a la consolidación de la actividad ganadera en el asentamiento de tell Halula (Saña 1999, 2001; Saña & Helmer 1999).

A partir de este momento, y durante las fases sucesivas de ocupación, las estrategias cinegéticas y ganaderas practicadas por parte de estas comunidades asentadas en el tell seguirán unas pautas más homogéneas. La explotación de los recursos animales se centrará ahora de forma prácticamente exclusiva en el cuidado y manutención de los rebaños domésticos. La combinación de rebaños de cabras, ovejas, cerdos y bueyes y de sus producciones (lana, leche, carne, fuerza de trabajo) permitirá superar las fluctuaciones estacionales, constituyendo una alternativa a la actividad de caza. Esta última, con una importancia económica inferior, se centra ahora de forma mayoritaria en la adquisición de especies animales favorables a un biotopo estepario, principalmente la gacela.

Los últimos análisis indican un doble régimen alimentario para el ganado por parte de los habitantes de tell Halula, el cual combinaría el régimen “natural” a partir del pastoreo con el régimen “artificial” motivado por la variabilidad estacionaria del entorno del poblado. El segundo de los regímenes estaría constituido por los restos de la producción agrícola no destinados al consumo humano, o bien, aunque menos probable, basado en cultivos reservados a la alimentación animal. Los datos indican un aumento progresivo del régimen artificial de alimentación del ganado durante el período PPNB de tell Halula (Torneró 2011: 700-701).

### ***Aspectos simbólicos y prácticas funerarias***

En tell Halula se han documentado algunos depósitos de bucráneos y de cornamentas, tanto de uro como de gacelas, en los zócalos de algunas construcciones. Más significativo es el hallazgo de pinturas en el suelo y paredes de algunas construcciones. Se trata de 5 construcciones del período PPNB medio que presentan una decoración pictórica, de motivos figurativos y geométricos, entre las que destaca una escena compleja con figuras humanas, probablemente femeninas (Fig.3.2.3f), junto a algún motivo geométrico (Molist 1998; Molist *et al.* 2007).

Con respecto a las prácticas funerarias del horizonte PPNB medio y reciente, éstas se caracterizan por ser inhumaciones primarias en fosa en el interior de las estructuras de hábitat. Las sepulturas se abren directamente sobre los suelos de las casas y presentan una distribución muy regular, localizándose exclusivamente en la habitación principal y, la mayor parte de ellas, en la zona anterior a la puerta de acceso. El número de sepulturas por casa es variable, entre tres y trece individuos, estando representadas todas las categorías de edades y sexos. No obstante, se observa cómo hubo una alta mortalidad infantil, una alta mortalidad entre los individuos juveniles de 15 a 19 años y un ligero predominio de los individuos jóvenes/adultos (de 15 años y más) masculinos. Las características de las fosas y de la posición del individuo es notablemente constante, por lo que han sido tildadas de prácticas funerarias marcadamente estandarizadas.

Sin embargo un aspecto variable es la presencia de objetos de ajuar en el interior de las sepulturas. Más de la mitad de las sepulturas (59%) presentan elementos de ajuar en su interior. Se han documentado elementos de ajuar en todos los grupos de edad y en individuos de ambos sexos, a pesar de que el grupo de individuos de 0 a 4 años es el que presenta un mayor número de sepulturas con ajuar en relación con el número de sepulturas sin este tipo de objetos de acompañamiento. Los principales tipos de elementos de ajuar documentados son: industria lítica en sílex (puntas Byblos), industria lítica en obsidiana (laminitas), macrolítico (molinos, hachas, bolas, pulidores con ranura), industria sobre hueso (agujas, puntas), conos, ocre (Fig.3.2.3g) y objetos de ornamento personal (collares, pulseras, cinturones, ver fig.3.2.3e) (Molist 2006; Guerrero *et al.* 2009; Molist *et al.* 2009; Kuijt *et al.* 2011; Ortiz *et al.* 2013).

### **1.4.2. Oasis de Damasco: La documentación existente sobre el período Neolítico**

El estado del conocimiento sobre el proceso de neolitización en la zona del Oasis de Damasco ha sido sintetizado recientemente en la revisión llevada a cabo por Stordeur *et al.* (2010). Sobre el período Natufiense, la investigación se inició con la excavación del abrigo de Yabrud (Rust 1950, citado por Stordeur *et al.* 2010) en los años 50, seguido por yacimientos como Qornet Rharra, Taybeh y Jeirud en los que M. C. Cauvin y sus colaboradores desarrollaron excavaciones y prospecciones hasta los años 90. En la actualidad, el yacimiento que está proporcionando más datos es el abrigo de Baaz, donde se documentan estructuras construidas como muros, hogares y el clásico mortero natufiense enterrado en el suelo (Conard 2006). Recientes prospecciones en la zona de Sweida, al sur de Damasco, han proporcionado unas primeras evidencias de construcciones en piedra circulares en Qarassa 3<sup>36</sup>.

En relación con los inicios del período Neolítico en la zona, los primeros trabajos dirigidos por H. de Contenson (*et al.* 1995) durante los años 70 atribuyeron los niveles más antiguos del yacimiento de tell Aswad al primer horizonte cronológico del Neolítico denominado PPNA. Sin embargo, tal y como se evidenció posteriormente con el segundo proyecto de excavación y estudio del yacimiento dirigido por D. Stordeur y B. Jamous entre 2001-2007, la ocupación de tell Aswad, y por extensión, de la zona de Damasco, no presenta evidencias arqueológicas hasta el siguiente horizonte del PPNB antiguo. Por otra parte, cabe destacar yacimientos de estas cronologías en zonas próximas como el yacimiento libanés de Nacharini, por lo que una continuación en el poblamiento de la región entre el Natufiense hasta el PPNB no debe descartarse de manera definitiva.

Hasta el momento, el horizonte PPNB antiguo se ha documentado en el yacimiento de tell Aswad; mientras que el PPNB medio aparece ya en yacimientos como Ghoraifé, tell Aswad y posiblemente en Taybeh (con la aparición de puntas Byblos atribuibles al PPNB medio-reciente). Finalmente, hacia el final del período en el horizonte denominado PPNB reciente, se constata un aumento de asentamientos entre los que destacan tell Aatne, tell Ramad, así como la continuidad en la ocupación de tell Aswad y Ghoraifé también durante esta fase.

Por último, las primeras producciones cerámicas en la zona del oasis de Damasco se documentan principalmente en tell Ramad, hacia el final del período PPNB reciente. Además, Stordeur *et al.* (2010) señalan la posible ocupación de pequeños asentamientos temporales como Qornet Rharra. Recientes excavaciones en el yacimiento de tell al-Bahariya, situada a 45 km de la capital siria, apuntan hacia una ocupación entre el VIº y el IVº milenio ANE, con la aparición de estructuras circulares tipo *tholoi* y cerámica de tradición Halaf (Sulaiman 2012).

---

<sup>36</sup> Además de las construcciones circulares y la industria lítica identificada como natufiense, Ibáñez *et al.* (2011) documentan un conjunto de 83 morteros excavados en el sustrato rocoso y asociados a la zona del hábitat. Hasta el momento, se han excavado 5 de estas estructuras (Boix & Abdo 2012), en las que aparecen restos líticos de talla atribuibles al Natufiense, aunque sus posibles funciones están todavía en curso de análisis (Ibáñez *et al.* 2011).

### - Tell Aswad: datos para el conocimiento del Neolítico Precerámico B y el Neolítico Cerámico en el Oasis de Damasco

El yacimiento de Tell Aswad se ubica en la región de la Ghouta (actual pueblo de Jdedeh al-Khass), a unos 30 km al sudeste de la ciudad de Damasco (Fig. I.4.5). Fue descubierto en 1967 por Henri de Contenson, quien llevó a cabo unos primeros sondeos a principios de la década de los 70 (de Contenson 1995). Posteriormente, un segundo proyecto de excavación del yacimiento y estudio de materiales fue dirigido por Danielle Stordeur y Bassam Jamous entre 2001-2006 (Stordeur *et al.* 2010).

La propuesta de periodización de Henri de Contenson subdividía la ocupación de Tell Aswad en tres fases diferenciadas. La primera de ellas correspondía al período PPNA, y fue acuñada como Aswadiense, ya que se relacionaba a nivel cronológico con los asentamientos del Valle del Éufrates (Mureybetiense) y del Levante sur (Sultaniense). Sin embargo, el equipo franco-sirio que reprendió los trabajos de excavación en 2001 determinó que no existían indicios para ubicar la primera ocupación del asentamiento en el período PPNA. Los nuevos trabajos y la revisión de los materiales documentados permitieron establecer un nuevo cuadro cronológico general dividido en tres fases, asignadas en función de los indicadores materiales siguientes: la arquitectura, las prácticas funerarias y la industria lítica tallada.

De esta forma, la propuesta actual de periodización de Tell Aswad, respaldada por una nueva serie de dataciones (ver tabla I.4.6), presenta una **fase antigua** correspondiente con total seguridad **al final del PPNB antiguo**, una **fase media** que se situaría en el **PPNB medio**, y una **fase reciente** que se relacionaría con **la transición del PPNB medio al reciente** (Stordeur *et al.* 2010). Por último, los autores también documentan una ocupación más tardía ubicable en el Neolítico antiguo de Byblos, donde destaca la aparición de algunos fragmentos cerámicos (pastas grolleras, etc.).

El papel de Tell Aswad en el proceso de neolitización del Levante Central ha pasado por diversos estadios desde su descubrimiento. Los primeros datos arqueobotánicos de Tell Aswad fueron presentados por Van Zeist como unas de las primeras evidencias de domesticación de cereales del Próximo Oriente durante el PPNA. Sin embargo, dataciones por AMS de esos supuestos granos de morfología doméstica procedentes de los niveles PPNA definidos por de Contenson (1995), han proporcionado recientemente fechas propias del PPNB antiguo (Fig.I.4.6). Desde un punto de vista más amplio, y no sólo en relación con el desarrollo de la agricultura, el estudio interdisciplinar del yacimiento de Tell Aswad está revelando por el momento que más que uno de los yacimientos más septentrionales de la región del Levante sur, pudo constituir un asentamiento clave en la transmisión de especies, materias e ideas entre las regiones del Levante Norte y Levante Sur<sup>37</sup>.

El yacimiento se encuentra ubicado sobre una vasta plana argilo-limosa uniforme, tan sólo franqueada por la presencia de colinas basálticas hacia el sur del poblado y por la existencia de dos lagos anteriores a la explotación reciente de los dos últimos siglos (fig.III.1.18). En términos generales, el oasis de Damasco está marcado por las formaciones aluviales de alto potencial

---

<sup>37</sup> Hipótesis presentado por primera vez por LeDosseur (2006) y apoyada por otros especialistas del equipo de Tell Aswad en Stordeur *et al.* (2010).

agronómico, y por la riqueza hidrológica de las capas freáticas que permiten el nacimiento de los dos ríos, Barada y Nahr Al-A'waj, que a su vez posibilitaron la existencia de los lagos de la región. Todo parece indicar que los habitantes de Aswad explotaron los recursos disponibles en los dos ecosistemas más inmediatos: la llanura esteparia y la cubeta lacustre (Chambrade 2012: 561).

### ***Arquitectura y ocupación del poblado***

Aswad corresponde a un tell aplanado de 250/250 m de extensión. Los trabajos de campo de las campañas de Stordeur-Jamous privilegiaron el desarrollo de una excavación en extensión, documentando un total de 18 niveles pre-cerámicos, más un nivel de Neolítico cerámico. Estos trabajos han permitido destacar que la piedra no fue utilizada en la arquitectura de tell Aswad, dejando el papel principal como material de construcción al desarrollo de la técnica de los *briques* de adobe. A pesar de que esta técnica se documenta desde el PPNA en el Levante sur (Jericho), la evolución arquitectónica de tell Aswad parece evidenciar que el adobe modelado fue “reinventado” en este poblado. Por otro lado, a nivel de modelos arquitectónicos, en ninguna fase se ha podido constatar evidencia alguna de estandarización de las formas, a pesar de que hacia el final de la secuencia las casas de planta rectangular aparecen con mayor entidad.

La secuencia de ocupación del poblado distingue claramente cuatro fases bien diferenciadas a partir de los estudios realizados sobre arquitectura, prácticas funerarias e industria lítica. Las atribuciones crono-culturales definitivas para estas cuatro fases y sus respectivos niveles de ocupación deberán ser confirmadas y precisadas a partir de los análisis de los materiales y de las dataciones absolutas (Stordeur *et al.* 2010).

#### ***- Fase Antigua (Horizonte PPNB antiguo ≈, niveles B12-B19)***

Las primeras evidencias corresponden a una arquitectura en tierra masiva parcialmente enterrada, sepulturas en contexto doméstico y la observación en la industria lítica de los rasgos característicos de este período (dimensiones de los productos de talla, etc.). Tres dataciones de C14 del nivel B10 se sitúan en el período 3a de la propuesta de la *Maison de l'Orient*<sup>38</sup>, equiparable al PPNB antiguo, mientras que otras muestras datadas se sitúan en el período 3b (PPNB medio).

Las casas semienterradas de contornos rectilíneos presentan banquetas y plataformas en su interior, todo ello construido a partir de terrones modelados “toscamente” sin secado previo.

#### ***- Transición entre la Fase Antigua y la Fase Media, nivel B8)***

Se detecta un primer nivel de transición a nivel arquitectural (aparecen los primeros *briques* de adobe) y de las producciones líticas que empiezan a cambiar. Los *briques* son ahora modelados de forma más regular y presentan un secado previo a su montaje en los muros. Este nivel todavía no ha sido datado por C14.

---

<sup>38</sup> Aurenche *et al.* 1981.



### - Fase Media (PPNB medio, niveles B7-B1)

La arquitectura se define por el uso generalizado de los *briques* de adobe modelados de forma elíptica y por las plantas de las casas. Las prácticas funerarias no cambian aparentemente. Se observan fases de expansión del poblado hacia el este, y otros momentos de contracción en los que se documentan zonas no construidas dedicadas a la gestión del ganado. Con respecto a las dataciones, la mitad de las fechas obtenidas confirman la atribución al PPNB medio.

### - Fase Reciente (PPNB medio-PPNB reciente, niveles B0, B-5)

La planta rectangular aparece en la esfera arquitectural, mientras que las prácticas funerarias cambian radicalmente: las sepulturas dejan de situarse en las casas para ser agrupadas en espacios distinguidos denominados como "zonas funerarias" (*aires funéraires*). Al final de la ocupación, destaca la fabricación de *briques* de adobe todavía más regularizada, modelando formas casi rectangulares sin que pueda ser afirmada la práctica del moldeado. Diversas evidencias también sitúan a la industria lítica de esta fase en el horizonte PPNB reciente. Sin embargo, en Aswad no aparece la vajilla blanca ni signos de las primeras producciones cerámicas que sí marcan el PPNB reciente de Tell Ramad. Las dataciones radiocarbónicas disponibles para esta fase son por el momento contradictorias, por lo que todavía no es posible situar con seguridad esta última fase pre-cerámica de Tell Aswad en el horizonte PPNB reciente.

#### *Equipamiento doméstico*

En los espacios interiores, se documenta un set de dispositivos domésticos recurrentes. Grandes hogares excavados en el suelo, y en ocasiones enlucidos, son ubicados normalmente en el centro de las casas. Las estructuras de almacenaje se construyen en grupos de 3-4 y a partir de tierra y cañas. Finalmente, las banquetas se sitúan a lo largo de los muros y en ocasiones contienen los restos humanos. Sin embargo, cabe destacar que la mayor parte de las estructuras domésticas se ubican en el exterior de las casas, más bien delante del acceso a las mismas y probablemente cubiertas por algún tipo de toldo (tal como indica la presencia de agujeros de poste). En estas zonas exteriores destacan grandes estructuras de combustión simples tipo cubeta excavada (diám. + de 140 cm) en las que predomina el uso de elementos líticos (sobre todo piedras de basalto) y para las cuales se les ha propuesto un uso culinario de tipo colectivo (Albukaai 2006, 2012).

#### *Utillaje*

##### *Industria lítica*

En los primeros análisis desarrollados por M.C. Cauvin (1974, 1978, 2006), la autora destaca la posición intermedia de Tell Aswad entre las tradiciones técnicas del Éufrates en el norte y de Palestina hacia el sur. Algunas técnicas e útiles (producción laminar bipolar a partir de núcleos nabiformes, retoque plano, láminas de hoz) aparecen al mismo tiempo en Aswad y en el Éufrates, mientras que otras evidencias designan afinidades con las producciones de la región palestina (puntas de Jericho).

### *Industria macrolítica*

Una primera publicación con el análisis del material macrolítico de tell Aswad fue presentada por de Contenson (1995) a partir del material recuperado en los sondeos de 1971-72 (cap.3.3.3). Destacan los instrumentos de molienda como ítems mayoritarios, aunque en poca cantidad. Recientemente, los instrumentos de percusión de tell Aswad constituyen el objeto de estudio de otra tesis en curso realizada por J.A. Sánchez-Priego. Se trata de las categorías de hachas, *herminettes*, cinceles, percutores, mazas y martillos que están siendo analizados desde el punto de vista tecnológico y funcional. Las materias primas son mayoritariamente locales, destacando la caliza dura obtenida a partir de grandes bloques disponibles en las cercanías del asentamiento, o a partir de cantos fluviales que debieron ser recogidos en cursos fluviales más alejados (por el momento no se han realizado prospecciones en la zona)<sup>39</sup>.

### *Objetos de arte y ornamentos personales*

Las pequeñas figurinas en tierra modelada y cocida, muy estereotipadas y de producción local, representando sobre todo animales domésticos, algunas de ellas incluso asociadas a las sepulturas, son uno de los objetos de arte más comunes en tell Aswad (Arrok-Ayobi 2013). En el ámbito de la ornamentación personal, por el momento sólo han sido publicadas las *Cypraea* trabajadas de tell Aswad (Alarashi 2010), procedentes del mar Mediterráneo y del Mar Rojo (110 km y 500km de distancia desde el poblado de tell Aswad, respectivamente). Se trata de un elemento común entre los yacimientos PPNB del Levante, si bien en tell Aswad se han podido establecer con detalle las técnicas de manufactura efectuadas en estas producciones (entre ellas, la abrasión sobre un útil macrolítico), destacando unos motivos decorativos grabados sobre las propias conchas de los que hasta el momento no se conocen más ejemplos que los de Aswad en el contexto neolítico levantino (Fig.3.2.3b).

### *Estrategias de subsistencia*

En contraste con el entorno actual de la región de la Ghuta (Fig.I.4.5), la documentación disponible (Van Zeist & Bakker-Heeres 1979) señala que los habitantes de tell Aswad se establecieron en una zona pantanosa cerca del lago Ateibeh. Los datos medioambientales de la flora y la fauna así lo indican: frecuencia dominante de marcadores acuáticos como *Typha*, *Scirpus*, tamariz, fresno, plantas acuáticas como *Nitella* y *Chara*; numerosos restos de consumo de pescado, pato, grulla, oca y gasterópodos. Por otra parte, la estepa desértica situada al este del poblado también fue explotada (gacelas, équidos), así como los recursos del entorno montañoso (cabras) situado a unos 50 km hacia el oeste.

Los estudios de Van Zeist en los años 70, así como el nuevo proyecto de estudio dirigido por G. Willcox a partir de las muestras recogidas en las campañas de 2001-2006, muestran que la explotación de cereales en tell Aswad estaba insertada principalmente en una economía de tipo agrícola. La cuestión sobre una posible irrigación de los campos cultivados por los habitantes de tell Aswad dado la baja pluviosidad de la región (- de 200 mm anuales) está pendiente de confirmar (Stordeur *et al.* 2010). Por otra parte, formas domésticas (*Triticum dicoccum*, *Triticum monococcum*, *Triticum durum/aesticum*, *Hordeum nudum*) coexisten con

---

<sup>39</sup> Sánchez-Priego, J. A. (inédito) "Les outils de percussion de tell Aswad", en Stordeur D., Jamous B. (dir.) *Tell Aswad et Jerf el Ahmar. Campagne d'étude de matériel 20 juin -20 juillet 2008*.

formas todavía silvestres (*Hordeum spontaneum*). La presencia de leguminosas (*Lens culinaris*, *Pisum sativum*) y frutos (*Ficus*, *Vitis vinifera* ssp. *silvestris*, *Capparis* cf. *spinosa*, *Pistacia*) completan el registro principal de especies comestibles. Reciben un papel especial las plantas textiles, como el lino y el esparto utilizado en la cestería, ampliamente documentados en las sepulturas de tell Aswad.

A pesar de que debe ser confirmado para la fase antigua, la ganadería de cabras, ovejas, bueyes y cerdos está bien documentada en el yacimiento a partir del PPNB medio (Helmer & Gourichon 2008). La cabra es la especie dominante en el registro de tell Aswad. En términos generales, se observa un aumento de la explotación de animales domésticos, mientras que la caza de grandes presas (gacela, algunos équidos y jabalís), de pequeños carnívoros y aves disminuye junto a la pesca a través de la secuencia de ocupación del poblado. De esta forma, las estrategias de explotación de recursos faunísticos llevadas a cabo por los habitantes de tell Aswad comparten la misma línea evolutiva que las sociedades del Levante norte, correspondiente al paso progresivo del status “cazador-recolector ganadero” hasta el “ganadero –cultivador”.

### ***Aspectos simbólicos y prácticas funerarias***

La riqueza de las prácticas funerarias documentadas en tell Aswad es uno de los aspectos más destacados por la investigación actual. Los rituales de inhumación (de más de 100 individuos) cambian notablemente a lo largo de la secuencia, lo cual permite vislumbrar las complejas reglas sociales y simbólicas que compartían los habitantes de este poblado<sup>40</sup>. Entre el PPNB antiguo y el PPNB medio, la norma indica que las sepulturas se localicen en las propias casas; mientras que el tipo de deposición (en fosa, en muros, de tipo primario o secundario, depósito de cráneos) varía según los casos y el ajuar funerario es siempre escaso.

Posteriormente, entre los niveles atribuidos al final del PPNB medio y el inicio del PPNB reciente las sepulturas dejan de situarse en las casas para ser concentradas en los espacios funerarios separados del espacio construido. Es en estos espacios funerarios, donde aparecen las agrupaciones de cráneos modelados (enlucidos con arcilla, decorados y pintados para representar caras humanas masculinas y femeninas). Se trata de un tratamiento especializado y muy sofisticado a nivel técnico, el cual sólo lo reciben ciertos difuntos cuyo rol en la esfera social del poblado todavía se desconoce, aunque sin duda señala algún tipo jerarquía por lo menos en el ámbito funerario. El fenómeno de las cráneos modelados se documenta también en tell Ramad y en otros yacimientos del Levante Sur, por lo que se ha propuesto como otro de los elementos de discusión sobre la procedencia cultural de tell Aswad, y en general de los yacimientos del Oasis de Damasco en el contexto del PPNB (¿Es el Levante central una región singular e independiente entre el Levante Sur y el Levante Norte?).

---

<sup>40</sup> Las prácticas funerarias de tell Aswad es el foco de estudio de la tesis doctoral en curso de Rima Khawam. Algunas publicaciones preliminares (Stordeur 2003b; Stordeur et al. 2006; Stordeur & Khawam 2007, 2008) han aportado los datos que comentamos brevemente en este trabajo.

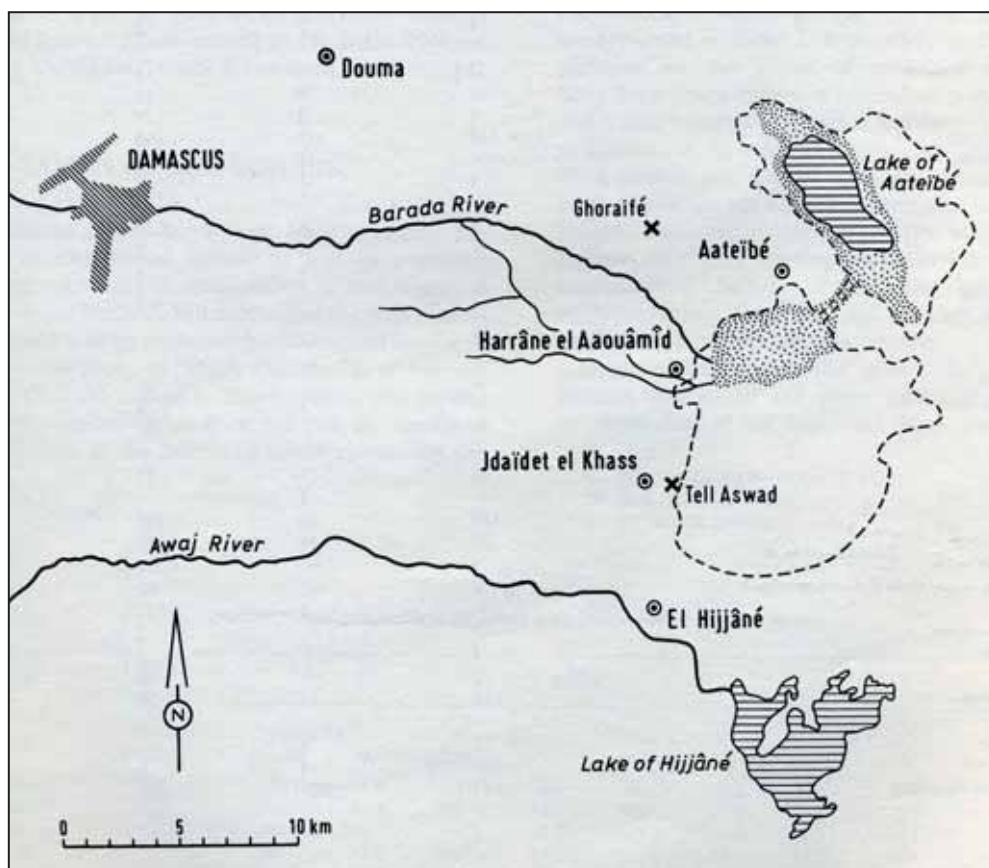


Fig. I.4.5. Entorno actual del yacimiento de tell Aswad en la región de Jdeideh al Khass (Oasis de Damasco). Mapa de la zona circundante al yacimiento de tell Aswad donde se detalla la extensión del Lago Aateibeh alrededor del año 1840 (Fig. 2 de Van Zeist & Bakker-Heeres en de Contenson *et al.*1979).

## DATACIONES C14

JERF EL AHMAR			
Nº muestra – c14 BP	Intervalo BC	Nivel	Contexto
LY 10647 9395±55	8799-8482	_I Este “transición”	EA53 edificio colectivo
LY 10649 9445±75	9119-8484	II Oeste	EA30 edificio colectivo
LY 10648 9855±70	9595-9219	III Este	EA47 casa con bucráneos
LY 10651 9965±55	9689-9278	V Este	Cimientos casa circular

Ano	Nivel	Sector	Cuadro	Estrato	Material analizado	Ref.Labo.Nº	Fecha B.P	Cal. B.C. (2 sig)	Intercept
HI-94	S2/4-I	IV	B	F8	Charred Material	Beta 80636 (AMS)	8750±60	7705-7482	7545
HI-96	S2/4-II	IV	C	E51 (B)	Charred Material	Beta-101602 (AMS)	8630±70	7745-7515	7580
HI-95	S2/4-V	IV	B	D9a	Charred Material	Beta 90618	8810±80	8010-7595	7920
HI-00	S2/4-VIII	S2-4	4D	E105	Charcoal (AMS)	Beta 206829 (AMS)	8500+/-40	7590-7520	7560
HI-92	S2/4- VIII	IV	C	Ble	Charbon	Beta 61488	9520±180	9047-8320	8700
HI-93	S2/4-IX	IV	C	A12	Charred Material	Beta-101603 (AMS)	8710±70	7945-7550	7695
HI-96	S2/4-IX?	IV	D	A2g	Charred Material	Beta-101604	8310±110	7535-7030	7400
HI-03	S2/4-X	S2-4	4I?	E28?	seeds (AMS)	Beta 206822 (AMS)	8500+/-50	7600-7500	7560
HI-03	S2/4-XI	S2-4	4H	E84	seeds (AMS)	Beta 206820 (AMS)	8460+/-40	7580-7490	7540
HI-97	S2/4-XII	S2-4	4D	D3a	Charred Material	Beta 121012	8600±60	7700-7510	7565
HI-03	S2/4-XII	S2-4	4J	E59	seeds (AMS)	Beta 206821 (AMS)	8490+/-40	7590-7510	7560
HI-93	S2/4-XII	II	D	E.45	Charred Material	Beta 70359	8350±210	7733-6757	7426
*HI-92	S2/4-XII	II	D	A6b	charbon	UBar-394	8570±440	8483-6465	7545
HI-02	S2/4-XIII	S2-4	4J	A18a	seeds (AMS)	Beta 206825 (AMS)	8370+/-50	7550-7320	7480
HI-02	S2/4-XIV	S2-4	4J	A10	seeds (AMS)	Beta 206824 (AMS)	8270+/-40	7470-7170	7320
HI-92	S2B/C-I	I	B	A7b	Charbon	Beta 58930 (AMS)	7990±70	7040-6624	6800
HI-92	S2B/C-IV	II	C	Dia	charbon	Ubar-384	8860±410	8975-7030	7941
HI-02	S43-II	S.43	44-1	A41	Charred Material	Beta 197723	7240+80	6240-5980	6070
HI-92	S7-IV	SS7	A	A14b	Charcoal/sediment	Beta 58925	7880±120	7034-6465	6629
HI-93	S7-VIII	SS7	D	A8a(B)	charbon	Ly-6493	7440±80	6415-6119	6222
HI-93	S7-XII	SS7	D	A4a	Organic sediment	Beta 70360	7690±130	6779-6200	6465
HI-97		S30	30M	A4-A5	Charred Material	Beta 121013	7160±60	6115-5870	5980
HI-96	?	II	E	B4a	Charred Material	Beta-101608	8840±150	8100-7535	7940
HI-94	SIe-III	I	A'B'	A13a	Charred Material	Beta 80637 (AMS)	7530±60	6453-6214	6376
HI-94	SIe-V	I	1B	C4	Charred Material	Beta 79218	6780±90	5791-5743	5621
HI-93	SIe-VI	I	B	C3	Charred Material	Beta-101611	7340±120	6410-5960	6165
HI-93	SI1-II	I	Y	C1	Scoot in silt	Beta 69593	7760±90	6778-6386	6544

Excavaciones Stordeur y Jamous (DS)						
N°	C14 B.P	Cal. B.C	Contexto		Nivel DS	fase DS
LY 11383	9285±51	8686-8320	us 96 EA 8	E	B5	medio
LY 11384	9220+70	8625-8274	us132.st93	E	B10	antiguo
LY 11385	9805+115	9602-8838	us87.97.115	E	?	antiguo/medio
LY 11386	8600+50	7731-7551	us13	W	?	medio
LY 12107	8835+50	8203-7750	us 151. st98	E	B0?	reciente
LY 12781	8765+80	8202-7597	us382. st380		B10?	antiguo
LY 12782	8935+50	8262-7945	us350 muro 12	E	B10?	antiguo
LY 13696	8800+45	8169-7725	us595 fosa	E	B2	medio
LY 13697	9115+45	8435-8258	us622 EA32	E	B7	medio
AMS granos						
Lyon 3465 Gra	9220+45	8552-8290	US 443	E	B0	reciente
Lyon 3466 Gra	9020+45	8287-8204	US 518.519	E	B0	reciente
Lyon 3467 Gra	9170+40	8522-8275	US 584	E	B5	medio
Excavaciones Contenson (HDC)						
					Nivel HDC	equivalencias posibles con fases DS
GIF 2370	9340+120	9150-8250	1.75m	E	Ib	medio
GIF 2371	9270+120	8850-8200	2.35m	E	Ia	medio
GIF 2372	9640+120	9300-8060	2.45m	E	Ia	antiguo
GIF 2633	9730+120	9500-8650	3.25m	E	Ia	antiguo
GIF 2373	8560+110	8000-7300	0.30m	W	II	medio/reciente
GRN 6676	8650+55	7830-7580	0.40m	W	II	medio/reciente
GRN 6677	8720+75	8200-7550	0.90m	W	II	medio
GRN 6678	8875+55	8240-7790	1.30m	W	II	medio
GRN 6679	8865+60	8240-7760	2.30m	W	II	medio
GIF 2369	8540+110	7950-7300	0.25m	E	II	?
Excavaciones Contenson: AMS grains 2004						
GrA 25913	9020±60	8300-8150	1.80m	E	Ib	antiguo/medio
GrA 25916	9070±60	8550-7950	2.20m	E	Ib	antiguo/medio
GrA 25915	9300±60	8730-8290	2.90m	E	Ia	antiguo
GrA 25917	9280±50	8640-8290	3.10m	E	Ia	antiguo

Fig. I.4.6. Dataciones de C14 de los yacimientos de Jerf el Ahmar (Stordeur & Abbès 2002, Tabl.2), tell Halula (Molist *et al.* 2013) y tell Aswad (Stordeur *et al.* 2010).

### 1.4.3. Un contexto de comparación: La Edad del Bronce en la llanura del Akkar (Líbano) y el yacimiento de tell Arqa

La inclusión del conjunto artefactual de tell Arqa en la base de datos del trabajo de investigación ha estado motivada principalmente por cuestiones de índole metodológica, más que por relación entre los contextos históricos de este yacimiento (Edad del Bronce) y el de los anteriores sitios neolíticos descritos anteriormente (Jerf el Ahmar, tell Halula y tell Aswad). Si bien se trata de un yacimiento situado en la llanura del Akkar (norte de Líbano, Fig. 1.4.10), una zona geográfica relativamente próxima al Valle del Éufrates y al Oasis de Damasco, y por tanto, integrada en la región del Levante Norte, los materiales de tell Arqa analizados en este trabajo procedentes de los niveles de ocupación de la Edad del Bronce serán tratados casi exclusivamente por su interés en el estudio funcional del utillaje de molienda.

Arqa es un gran tell de 40m de altura por 7ha de extensión, situado al sur del río Nahr el-Kbir (denominado Eleutheros en el período clásico), el cual forma la actual frontera natural entre los territorios de Siria y el norte de Líbano. El yacimiento se ubica concretamente en el margen meridional de la gran llanura del Akkar, en la costa libanesa, la cual constituye una de las vías principales de comunicación entre la costa y los territorios interiores de Siria y en general del levante Septentrional. La disponibilidad de recursos hídricos es alta en la zona, gracias a los 700-800 mm de pluviosidad anual en la llanura (más de 1000 mm en el piedemonte), la rica red fluvial constituida por ríos perennes drenados por el substrato cárstico, además de los indicios de la presencia de zonas pantanosas en la antigüedad (Thalman 2010). Todo ello ha favorecido el enorme potencial agrícola de la llanura desde la prehistoria.

Las primeras evidencias de ocupación han sido datadas en el período Natufiense, seguidas del excepcional hallazgo en superficie de un gran bloque de obsidiana procedente de Anatolia central el cual sugiere redes de circulación a larga distancia probablemente en el período neolítico (Thalman 2006b). Sin embargo, no se conocen por el momento trabajos de investigación que describan el poblamiento de la zona con anterioridad a la Edad del Bronce. Las prospecciones de las últimas décadas y las campañas de excavación de sitios de gran entidad como tell Arqa han permitido abordar el proceso de ocupación de toda la llanura del Akkar (Thalman 2000, 2010):

- *Período 1 (inicios de la Edad del Bronce hasta c. 2500 ANE)*. Este período se caracteriza por pequeños asentamientos en la periferia de la llanura o en los fondos de valle, excepto Arqa y probablemente Jamous que destacarían como asentamientos más prominentes.

- *Período 2 (Early Bronze IV hasta c. 2000 ANE)*. Un proceso rápido de colonización agrícola de toda la llanura originó un sistema de organización jerárquico y regular entre los asentamientos a partir de tres categorías de asentamientos en los que Arqa, junto a Jamous y Kazel, tendrán el papel de una posible ciudad-estado regional con el control de un territorio agrícola específico.

- *Período 3 (Middle and Late Bronze Age, c. 2000-1200 ANE)*. Comienza un cambio determinante en el poblamiento de la zona ya que ciudades como Arqa pasan a tener el estatus de un pueblo agrícola. En el inicio del *Late Bronze Age*, con Kazel como punto de control, toda la zona pasa a formar parte de la administración egipcia.

Según J.P. Thalmann (2010), el principal estímulo para el crecimiento de la ocupación en esta zona durante el período 2 fue la presión demográfica ligada al desarrollo de una agricultura cerealística en la llanura, tal y como indican la distribución uniforme de los asentamientos según la cual se priorizó la explotación óptima de la mayor extensión de tierra fértil disponible. La originalidad de este momento en el proceso de ocupación del Akkar, con respecto a otras zonas, es que tanto la colonización agrícola como el surgimiento de las primeras comunidades urbanas se produjeron durante el mismo proceso histórico.

Como anunciábamos previamente, nuestro foco de estudio a nivel histórico se centra en el Neolítico y no contamos ni con tiempo ni con espacio suficiente para entrar en las problemáticas propias de la Edad del Bronce en el Levante Norte. Sin embargo, es importante destacar que la muestra del utillaje de tell Arqa estudiada para este trabajo procede de este contexto histórico enmarcado por la expansión agrícola y la formación de comunidades urbanas en la llanura del Akkar (período 2) descrito por J.P. Thalmann. Además, como detallaremos a continuación, el contexto arqueológico del cual procede el conjunto analizado juega un rol determinante en el estudio funcional de los útiles de molienda de tell Arqa.

### ***- La secuencia estratigráfica del tercer milenio ANE de tell Arqa***

Como resultado de las campañas de excavación de los últimos años en tell Arqa (Thalmann 2010)<sup>41</sup>, ha sido posible establecer la secuencia completa de ocupación durante todo el tercer milenio ANE a partir de 12m de niveles estratigráficos (estratos 19-15), vinculados a dataciones de C14. Los estratos 19-18-17 corresponden al Período 1 de Akkar (EBA III, ver *supra*), en los que fue excavado parte de un barrio (*quarter*) densamente construido con edificios separados por estrechas calles en con orientación en zig-zag.

La excavación de los estratos 16-15, equivalente al inicio del período 2 de Akkar, sacó a la luz un impresionante nivel de destrucción por fuego conservado *in situ* y datado alrededor del 2200 ANE. La zona excavada estaba constituida por diversas edificaciones siguiendo una disposición radial a lo largo de una calle periférica del tell, sin espacios hábiles entre las mismas (Fig.I.4.7). Se trata de un conjunto de casas construidas a partir de un zócalo de piedra de c. 1,5 m de altura, combinado con paredes de adobe y techos de madera. La excavación minuciosa del nivel de destrucción 16 ha permitido llevar a cabo una reconstrucción del sistema de construcción de estos edificios gracias a la excepcional preservación tanto de las paredes de adobe como de los elementos orgánicos (postes, suelos, vigas de madera que constituían las plantas superiores, etc.).

Originalmente todas las casas presentaban una planta baja accesible desde el exterior y con una o dos habitaciones principales que actuaban como espacio doméstico o de trabajo. Además, contaban con zonas de almacenamiento (en forma de celdas), los cuales, según indica la evolución de este barrio del tercer milenio ANE de tell Arqa, experimentaron un crecimiento extraordinario a partir del estrato 16 del yacimiento. La necesidad de disponer de mayor espacio para el almacenamiento provocó el bloqueo de las puertas de acceso, convirtiendo

---

<sup>41</sup> Más información sobre todo el proceso de ocupación del yacimiento en Thalmann 1991, 2004, 2006, 2007, 2010. Los niveles principales de ocupación en tell Arqa se sitúan entre la Edad del Bronce y la época medieval.



entonces la planta baja en una zona extra para almacenar. Por lo tanto, en el momento de la destrucción en el 2200 ANE, la zona de actividad y de vivienda debía de ubicarse en la primera y segunda planta del edificio, donde además apareció un espectacular conjunto instrumental de molienda (molinos y moletas) en dos agrupaciones principales (cap. 3.3.4).

Diversos métodos de almacenaje han sido documentados en estos edificios, según fueran para un plazo corto, medio o largo hasta su consumo: 1) subdivisión de la planta baja en pequeñas celdas actuando como silos revestidos con paja (condiciones de aislamiento para un almacenaje a largo plazo); y 2) grandes jarras cerámicas con capacidad para 60-100 l y posiblemente recipientes de cestería (para un almacenaje a corto o medio plazo). Thalmann (2010) describe este sistema combinado de almacenaje como propio de una producción de tipo doméstico. Sin embargo, si vinculamos las estructuras de almacenaje de la planta principal con el almacén de útiles aparecido en las habitaciones de las plantas superiores del edificio, no cabe duda que debe plantearse una reinterpretación de estos edificios como espacios de producción especializada en la molienda de cereales (ver capítulo tell Arqa 3.3.4).

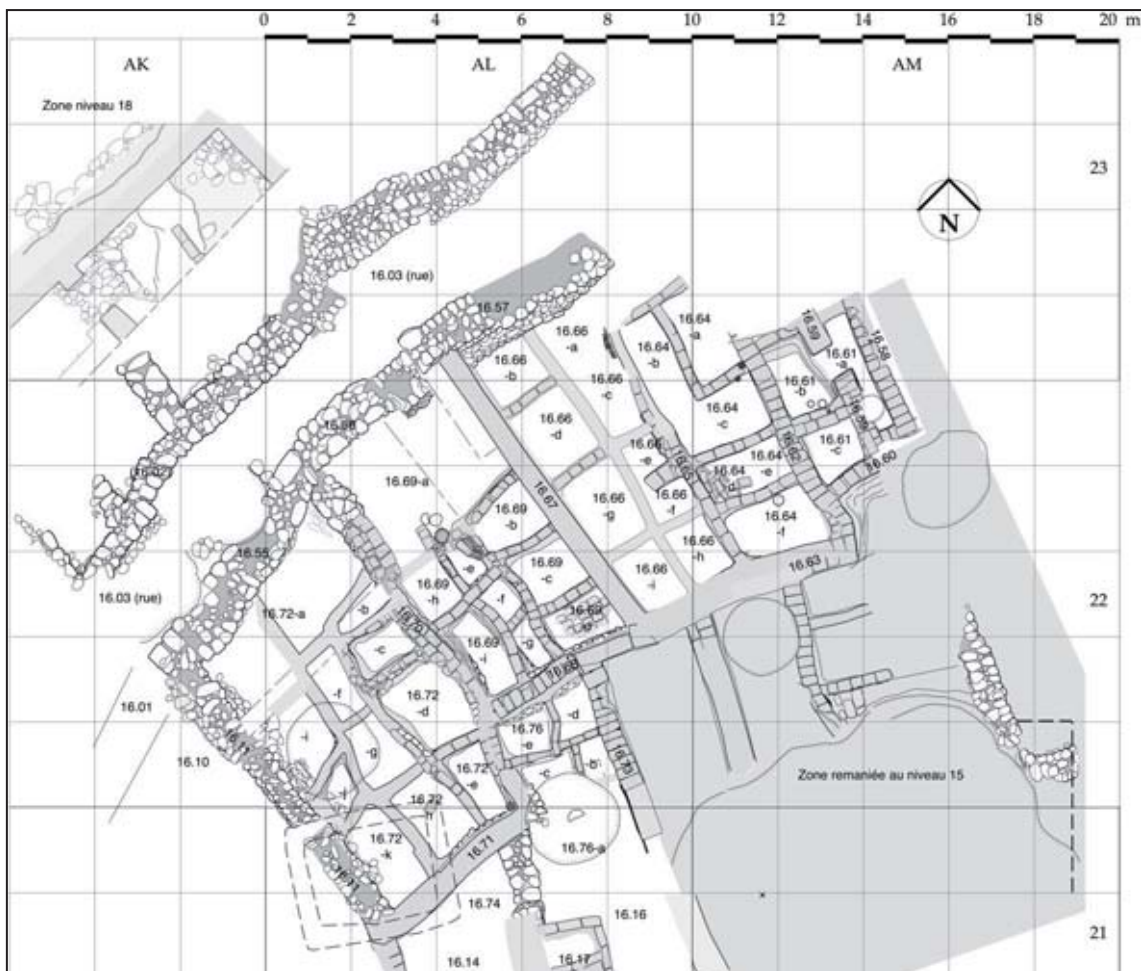


Fig. I.4.7. Planta parcial del nivel 16 donde se ubican la zona de almacenaje excavada entre 2001-2004 (Thalmann 2007, fig.4).



Fig. I.4.8. Fotografía e interpretación de la sección de la habitación 16.72, mostrando el nivel de destrucción con el colapso de dos plantas y todo el derrumbe generado (Thalman 2010).

#### *Los cereales documentados en los estratos 16-15 de tell Arqa*

Las muestras arqueobotánicas<sup>42</sup> asociadas a los niveles *in situ* de destrucción 15-16 proceden de dos grupos de contextos diferenciados: cereales principalmente procedentes de las zonas de almacenaje y, por otra parte, un conjunto más diverso de especies, especialmente semillas de leguminosas, que fueron encontradas en pequeñas cantidades, dispersas entre el derrumbe de la zona de hábitat. La mayoría de las muestras (15/43) contienen escanda (*Triticum dicoccum*) con o sin glumas, que constituye el cultivo principal en Arqa, seguido de la cebada (*Hordeum distichum*) (8/43), que fue hallada en cantidades mucho menores y en ocasiones mezclada con otros taxones. Cabe destacar que la mayoría de muestras de cereales se encontraban en un estado muy limpio, a excepción de algunas que contenían semillas de plantas adventicias (*Lolium* sp.).

<sup>42</sup> El análisis de los restos arqueobotánicos de tell Arqa ha sido realizado por Linda Herveux en el marco de su tesis doctoral (Herveux 2007, citado en Thalman 2010). Una presentación preliminar de los resultados se encuentra en Thalman 2007.

La escanda almacenada con la vaina (sin descascarillar) y en grandes cantidades fue probablemente destinada a futuros episodios de siembra<sup>43</sup>, aunque también es posible que los trabajos de trillado y aventado se desarrollaran en el campo y el cereal fuese trasladado posteriormente hasta las casas para finalizar la limpieza y procesado previos al consumo. Finalmente, cabe destacar la presencia de muestras que evidencian diversos estadios de procesado del grano, como por ej. el *Triticum dicoccum* triturado, similar al actual burghol.

Otras especies cultivadas como *Vicia ervilia*, *Lens culinaris*, *Lathyrus* sp. y *Vicia faba* aparecen en la zona de hábitat, en mucha menor cantidad que los cereales procedentes de las áreas de almacenaje. También es notable la presencia de frutos de *Vitis* sp. *Ficus carica* y *Olea europea*.



Fig. I.4.9. *Triticum dicoccum* sin descascarillar procedente de las estructuras de almacenaje de los estratos 16-15 de tell Arqa (Thalman 2007, fig.3)

En relación con las prácticas agrícolas de tell Arqa, las láminas de sílex denominadas cananeas utilizadas como hojas de hoz han recibido una atención especial en la investigación de la Edad del Bronce levantino. Se trata de láminas de grandes dimensiones siguiendo unas pautas técnicas muy estandarizadas (talla a presión), fruto de una producción especializada e importada desde el exterior, cuyos análisis traceológicos en Arqa (Coqueugniot 2006; Marchand, en prep.) indican que durante la segunda mitad del tercer milenio fueron especialmente abundantes entre el utillaje lítico de la ciudad.

---

<sup>43</sup> Se trata de una práctica común en la antigüedad, tal y como describe Plinio (NatHist XVIII: 306-307, citado por Thalman 2007).

## 1.5. Introducción a las esferas técnicas asociadas al utillaje de molienda y trituración: Moler, triturar, mezclar, cocinar... Un abanico de posibilidades funcionales para molinos y morteros

La amplia gama de materias susceptibles de ser procesadas con instrumentos de molienda y trituración incluye tanto alimentos vegetales y animales, como materias como hueso, concha, piedra y pieles animales para manufacturar objetos, y la manipulación de determinadas materias para ser utilizadas en otros procesos de producción, como por ejemplo, el desengrasante cerámico, los pigmentos minerales, etc.

En este sentido, los estudios teóricos, etnográficos, etnoarqueológicos, iconográficos e históricos sobre la temática de la molienda y trituración de materias variadas en diversas partes del mundo y de diversas cronologías han servido de referencia para confeccionar programas experimentales incluidos en estudios de conjuntos artefactuales arqueológicos. Como ejemplos notables de esta línea de investigación en arqueología, destacamos las revisiones realizadas por Wright (1992), Risch (1995), Procopiou (1998, 2003), Dubreuil (2002), Hamon (2006) y Delgado (2008). Estos autores han recurrido a trabajos especializados sobre la temática para obtener unas directrices generales que permitan plantear las esferas técnicas en las que pudo participar el utillaje de molienda y trituración en sus respectivos contextos arqueológicos, habitualmente de cronologías pertenecientes a la Prehistoria reciente. Con ánimo de no repetir la información revisada por los autores anteriormente citados, realizamos a continuación una síntesis general de las principales actividades técnicas que pueden implicar transformaciones con utillajes de tipo percusión apoyada difusa (molienda, abrasión) y percusión lanzada difusa (trituración, pulverización). Para ello, nos basamos en la clasificación en tres grupos principales de materias propuesta por Procopiou (1998:126) (Fig. I.5.1). Además, cabe destacar que, en última instancia, es el contexto arqueológico particular de cada yacimiento el que permitirá crear el corpus de materias susceptibles de ser procesadas por el utillaje de molienda y trituración (ver cap. 3.2).

MATERIAS VEGETALES	MATERIAS ANIMALES	MATERIAS MINERALES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gramíneas salvajes</li> <li>- Cereales</li> <li>- Leguminosas</li> <li>- Especias</li> <li>- Frutos</li> <li>- Tubérculos</li> <li>- Raíces</li> <li>- Plantas medicinales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materias blandas animales (carne, pescados, piel)</li> <li>- Materias duras animales (hueso, concha)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sal</li> <li>- Desengrasantes (para cerámica y tierra batida)</li> <li>- Colorantes (ocre, etc.)</li> <li>- Minerales</li> </ul>

Fig. I.5.1. Clasificación general de materias susceptibles de ser procesadas mediante instrumental de molienda y trituración (a partir de Procopiou 1998:126)

## *Materias vegetales*

Las plantas constituyen el grupo material más ampliamente documentado en relación con el procesado con utillaje de molienda y trituración para finés alimentarios<sup>44</sup>. Determinadas etapas del proceso agrícola (tratamiento de los cereales), concretamente el descascarillado, la molienda y la preparación final de la comida, pueden implicar la utilización de molinos y morteros. Por otra parte, las leguminosas, las demás gramíneas silvestres, otras plantas salvajes, los tubérculos y los frutos pueden ser igualmente procesados con este utillaje, ya sea por cuestiones digestivas (permitir o mejorar la ingesta de determinadas plantas) o por seguir las tradiciones culinarias de cada comunidad humana.

La amplia distribución en distintas partes del mundo de molinos y morteros utilizados en el procesado de plantas, así como la diversidad de técnicas implementadas para conseguir una notable variedad de productos, nos hace plantearnos qué beneficios se obtienen al procesar las plantas con este utillaje. Stahl (1989) propuso una serie de objetivos generales a nivel teórico hacia los cuales se dirigen la molienda y la trituración de alimentos vegetales:

- La separación entre elementos deseables e indeseables de las plantas (por ej., fibras, cáscaras);
- Un cambio en la forma física del alimento (por ej. reducir el tamaño de las partículas para hacerlo más fácil de asimilar durante la digestión);
- Un paso hacia la desintoxicación de partes indigestas o perjudiciales de la planta.

No cabe duda de que existe un importante componente cultural en la preparación de la comida, por el cual los cambios de textura vinculados al gusto (Procopiou 2003), a las técnicas culinarias (Wright 2000), o incluso a las diferentes técnicas de almacenamiento, también determinan el tipo de procesado que recibe la planta para su consumo humano.

En el caso de **los cereales**, la etnografía y la historia muestran una amplia gama de técnicas de procesado en función del tipo o la especie de cereal, así como del producto que se desea obtener. Los cereales desnudos (especies domésticas de trigo – *Triticum* –, como *T. aestivum*, y de cebada – *Hordium vulgare* var. *nudum* –) liberan las cáscaras que envuelven el grano fácilmente durante el trillado; por lo que sus granos pueden ser directamente procesados con un equipo de molienda (molino/moleta) si se desea obtener sémolas o harinas. En cambio, los granos de cereales vestidos (especies salvajes y domésticas de *Triticum*, como *T. dicoccum*, *T. monococcum*, y las cebadas silvestres y domésticas, *H.spontaneum* y *H. vulgare*) no se desprenden tan fácilmente de sus envoltorios (glumas, paleas y lemas); por lo que diversas estrategias de procesado para separar ambas partes han sido desarrolladas en distintos lugares del mundo.

Por otra parte, en la bibliografía arqueológica levantina, la separación de los envoltorios de los cereales vestidos ha sido considerada esencial como paso previo a la molienda, al igual que en otras plantas de alto contenido en fibra y difícil digestión, como las semillas de acacia y de *chenopoides*, el pistacho silvestre, y algunos tubérculos fibrosos (Wright 1992:54; Zohary & Hopf 2000; Hillman *et al.* 1989b). Esta tarea puede realizarse mediante una gran variedad de técnicas (Procopiou 2003), entre las cuales destacamos el uso del equipo mortero-pilón, preferiblemente de madera para evitar la fractura de los granos durante el descascarillado, y el

---

<sup>44</sup> Nos referimos aquí a fines alimentarios para consumo humano, si bien en muchos contextos también se realiza el procesado de plantas para la alimentación de los animales.

procesado con el equipo molino-moleta. Se trata de conseguir la liberación del grano a través del frotamiento mutuo entre los diversos granos y evitando su fractura (François 1988), por lo que movimientos de percusión lanzada o apoyada deben realizarse con poca fuerza. Las experimentaciones realizadas con varias técnicas (Meurers-Balke & Lüning 1992; Wright 1992:68-79; Procopiou 1998:133, 2003) sugieren que el equipo mortero-pilón de madera resulta más efectivo, rápido y provoca menor proporción de fractura de granos que en el caso del equipo molino-moleta siguiendo un gesto de vaivén. Los datos etnográficos de Hillman (1985) sobre el tratamiento tradicional de cereales vestidos en Turquía señalan también la práctica del descascarillado preferentemente con morteros y pilones de madera. Cabe destacar que un tratamiento previo del cereal (en remojo o la torrefacción) es practicado habitualmente para mejorar los resultados del descascarillado.

Sin embargo, en el caso de los cereales vestidos, Procopiou (2003) demuestra, mediante la contrastación de datos arqueológicos, etnográficos y textuales, que el descascarillado puede quedar ausente en el proceso de preparación de los cereales para su consumo. Las harinas arqueológicas recuperadas en el yacimiento del Cícládico Reciente de Akrotiri (Thera) contenían un alto porcentaje de fragmentos de envoltorios, indicando de este modo que el grano vestido fue molido sin llevar a cabo un descascarillado previo. Ejemplos etnográficos locales y el soporte de la experimentación le valieron a esta autora para proponer que la harina procesada con glumas sería posteriormente cribada para su cocinado, técnica que explicaría la alta concentración de fibras en las muestras de harina arqueológica.

En relación con las técnicas culinarias, la preparación de un plato muy tradicional en el Próximo Oriente, el *burgul*, también implica la reducción del grano mediante triturado o molienda gruesa (Hillman 1985).

Por otro lado, Hamon (2006, 2008) analiza un caso arqueológico correspondiente al neolítico del noroeste europeo en el que identifica dos técnicas de procesado diferente vinculadas a dos cereales y a dos tipos de moletas: el procesado de cereales vestidos (descascarillado o molienda de granos vestidos parcialmente descascarillados) con moletas cortas, y la molienda de cereales desnudos con las moletas más largas. En el caso del cereal desnudo, se ha demostrado experimentalmente que el procesado de granos de tipo desnudo mediante un molino lítico y una mano de madera permite separar el grano de las glumas (salvado) simultáneamente a la obtención de la harina (Risch 2002; Mensanch *et al.* 2002). Esta técnica, además, se ha identificado en contextos arqueológicos de la prehistoria reciente en el sudeste peninsular, y contrastada a su vez mediante análisis traceológicos (Risch 2002; Delgado 2008). Todos estos ejemplos demuestran la variabilidad de elecciones técnicas que pueden ocurrir en diferentes contextos arqueológicos, y habitualmente siempre vinculados al tipo de cereal cultivado en cada caso.

Las **leguminosas** son el segundo grupo más importante de plantas explotadas con fines alimentarios. Los granos de la especie silvestre de lenteja, *Lens orientalis*, repartida por diversas zonas del Próximo Oriente, así como la variante domesticada en este contexto, *Lens culinaris*, pueden ser también procesados para obtener harina (Bois 1927). Las habas del género *Vicia Fava* y el *Lathyrus* en estado salvaje son igualmente presentes en el Próximo Oriente, y también son mencionados en ejemplos de molienda de harinas, sémolas y otros platos tradicionales (Bois 1927; Procopiou 1998:135; Marinval 1988). **Otras plantas salvajes**

como la *Trigonella*, *Criciferae* y *Brassica* son utilizadas a modo de condimentos tras su molienda (Baudais & Lundström-Baudais 2002). Finalmente, una gran diversidad de **frutos y tubérculos** presentes en el contexto levantino pueden ser incluidos en preparados alimenticios y medicinales que impliquen su trituración y molienda (almendras, higos, pistachos, alcaparras, *Brassica*) (Bois 1927, 1934; Zohary & Hopf 2000).

A pesar de todas las anteriores referencias al uso de molinos y morteros en el procesado de granos, semillas y demás vegetales, es cierto que, por ejemplo, el grano no necesita ser molido mediante instrumentos de piedra para poder ser consumido, sino que puede ingerirse cocido o frito<sup>45</sup>, tal y como se acostumbra hacer actualmente en el Próximo Oriente con algunas especies (Anderson 1999). A pesar de esta realidad, la documentación sobre material macrolítico relacionado con la función de moler o triturar sustancias en yacimientos desde el Natufiense hasta el neolítico cerámico muestra un ritmo creciente en el contexto Próximo Oriente. Además del incremento progresivo en el número de útiles de molienda y trituración, existen evidencias de producción de harina de cereal incluso ya en el período Epilaleolítico (Ohalo II, Valle del Jordan, datado en el 19.000 ANE, Piperno *et al.* 2004), de tal manera que mediante el análisis de las trazas de uso y el análisis de residuos sobre las superficies activas podemos vincular estos instrumentos con las actividades de molienda y trituración de cereales y otros vegetales.

Otro grupo de materias vegetales no se encuentra vinculado a procesos alimentarios, sino a fines artesanales, por lo que también puede ser eventualmente trabajado sobre la superficie de un útil de molienda: el trabajo de la madera; la obtención de aceites e inciensos mediante la molienda (por ej. en el poblado de Tichitt, Mauritania, Roux 1985); y la extracción de tintes vegetales a partir de plantas como *Cruciferae*, *Carthamus tinctorius*, entre otros taxones (según Zohary & Hopf 2000).

### *Materias animales*

Según los referentes etnológicos conocidos (ver referencias en Dubreuil 2002:126), son diversos los ejemplos de procesado de materias animales para fines alimenticios en los que pueden ser utilizados instrumentos de molienda y trituración: ablandado de carne seca<sup>46</sup>, producción de harina de carne y de pescado seco<sup>47</sup>, y molienda de hueso. De manera análoga, los útiles de molienda también pueden ser usados para cortar y mezclar la carne en la preparación de alimentos combinados (Ertug-Yaras 2002). La preparación del *kebeh* en Siria y en Líbano se realiza tradicionalmente a partir del machacado de la carne cruda en morteros de piedra, seguida de la mezcla con *burgul* (trigo triturado, ver *supra*) (Procopiu 1998:138).

---

<sup>45</sup> Por ejemplo el *friké*, plato tradicional árabe, aunque en este plato elaborado con trigo, los granos son previamente triturados antes de ser coicnados.

<sup>46</sup> Un ejemplo etnográfico bien detallado del procesado de carne seca con utillaje de molienda se encuentra en Roux 1985, en el contexto del poblado Tichitt, Mauritania. En este caso, cabe destacar que para el procesado de carne seca siempre se destinan útiles reutilizados tras ser desechados para la molienda de cereal. Es decir, que en este poblado no existe una tipología de útil destinada en primer lugar al procesado de carne seca, sino que siempre se reaprovechan útiles de molienda de cereal desechados.

<sup>47</sup> Ver referencias en Herodoto, Historias, I, 200.

En relación con las esferas artesanales en las que las materias animales pueden ser procesadas mediante abrasión o molienda, destacamos dos grupos principales: la producción de objetos en materias duras animales (cornamentas, hueso, marfil y conchas), y el procesado de pieles animales<sup>48</sup>. En primer lugar, en determinadas etapas de fabricación de la industria ósea se desarrollan trabajos de abrasión (Campana 1989; Stordeur 1991; Le Dosseur 2008) que fácilmente podrían llevarse a cabo sobre la superficie abrasiva de un molino.

En segundo lugar, el procesado de pieles animales constituye un proceso de producción complejo, variable entre diferentes comunidades humanas y tradiciones técnicas, y que, además, se compone por diferentes etapas de producción en las que pueden participar más de un tipo de útil lítico, óseo, metálico, etc. Respecto a los útiles macrolíticos con superficies abrasivas, como los cantos de rocas de grano grueso y las moletas, éstos se relacionan a nivel etnográfico con dos secuencias concretas del procesado: la limpieza inicial de la piel fresca (retirada de restos de carne y grasa de la cara interna) y la flexibilización de la piel seca (Roux 1985; Adams 1988; De Beune 1986; Hayden 1990, 2002; González & Ibáñez 2002; Audoin & Beyries 2002).

### *Materias minerales*

La trituración de minerales para usos variados se documenta desde el período paleolítico, principalmente vinculado a la fabricación de **pigmentos colorantes** como los ocre (De Beune 1989). La obtención de pigmentos minerales (hematites, óxido de hierro, goethita, magnetita) también experimentará un notable crecimiento a partir de la invención de la cerámica en el neolítico, ya que éstos serán utilizados en la decoración de los productos cerámicos. Por otro lado, el procesado del ocre presenta otros usos antisépticos, explotados por ejemplo en el trabajo de la piel animal (Audoin & Plisson 1982).

El trabajo de la cerámica constituye otra gran esfera técnica muy compleja y compuesta por diversas etapas de producción. Entre ellas, existen dos momentos en los que los útiles macrolíticos pueden ser implementados: la trituración de minerales para ser incluidos como desengrasantes, y las últimas etapas de finalización y alisado/bruñido de las superficies externas de los vasos. Varias referencias etnográficas (Hayden 1987) y arqueológicas (Procopiou 1998, 2004; Hamon 2006, 2008) identifican el procesado de minerales con instrumentos de molienda (molino-moleta) y trituración (mortero-pilón).

La trituración de minerales como abrasivos utilizados en diferentes procesos técnicos como el pulido de hachas y azuelas (Boleti 2009), el pulido de estatuas y vasos en piedra (Procopiou 1998, 2004; Morero 2009), completa el listado. Finalmente, la fabricación de útiles líticos (sílex), ornamentos (cuentas, colgantes)<sup>49</sup>, y arte mueble (figurinas) implica etapas de abrasión y pulido (percusión apoyada difusa) del objeto que pueden ser ocasionalmente realizadas

---

<sup>48</sup> Un comentario sobre las referencias etnográficas en torno al trabajo de la piel con útiles macrolíticos puede consultarse en Dubreuil & Grosnan (2009) y Bofill & Taha (2013).

<sup>49</sup> Wright *et al.* (2008) identifican en los yacimientos PPNC de Jilat13 y Jilat 25 (Jordania) instrumentos macrolíticos en forma de losas, yunques y percutores (según la fig. 14b podría tratarse de una pequeña moleta reaprovechada, obs. pers.) con trazas de haber sido utilizados en la fabricación de cuentas de collar (perforación y abrasión).



sobre molinos como superficies de abrasión, a modo complementario de otros útiles como los pulidores con ranura, los alisadores, etc.

## 1.6. Establecimiento del marco teórico y objetivos del estudio.

### - Marco teórico en el que se enmarca el trabajo

El término instrumental macrolítico ha sido acuñado en los últimos años como el concepto que mejor designa a todos los artefactos líticos que funcionan en tareas de percusión, abrasión, pulido, molienda y talla (Adams *et al.* 2009). Gracias al establecimiento de este marco de referencia terminológico y analítico propuesto por Adams *et al.* en el congreso de UISPP de 2006 en Lisboa (Sternke *et al.* Eds. 2008), comienza a superarse la generalización del uso de términos como *ground stone tools* (en el ámbito anglosajón), o “instrumental pulido” (en el ámbito español), puesto que en el proceso de manufactura de todas de estas categorías artefactuales estuvieron implicadas diferentes técnicas de transformación de la materia. De esta forma, a partir de la categoría genérica de instrumentos macrolíticos, nuestro estudio se ha centrado en los útiles que muestran trazas macroscópicas de molienda, pulverización, trituración y abrasión de diferentes sustancias. De forma general, denominamos al equipo de molienda como molinos y moletas, y al equipo de trituración como morteros y pilones. Ambos equipos, por tanto, se diferencian a partir de aspectos morfológicos y cinegéticos (fig. 1.6.1).

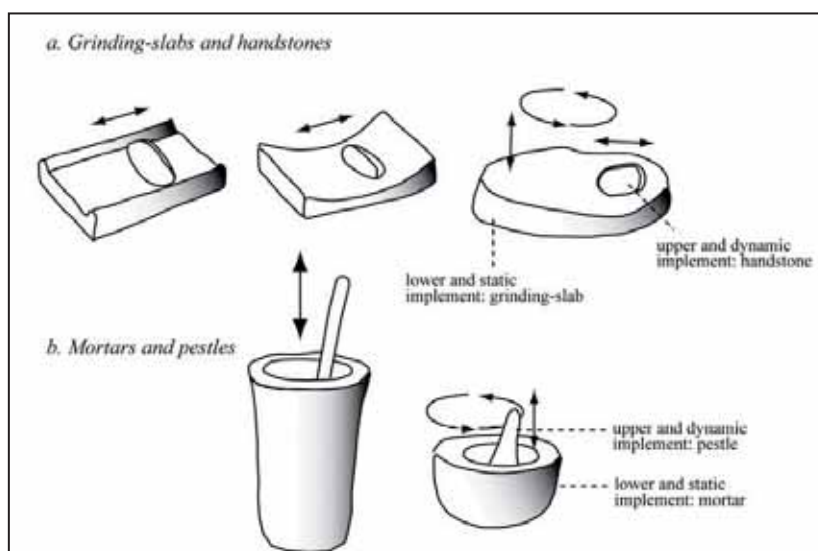


Fig.1.6.1. Dibujo esquemático sobre las diversas formas y gestos técnicos que pueden presentar tanto el equipo de molienda (*grinding-slabs and hanstones*) y el equipo de trituración (*mortars and pestles*).

Extraído de Dubreuil 2008 (modificado a partir de Beune 1989:43).

El estudio de los instrumentos de molienda y trituración no ha estado exento de las discusiones tradicionales sobre la relación entre forma y función de los artefactos (para una introducción a la dialéctica entre forma y función de los útiles prehistóricos en la historiografía arqueológica, véase Calvo Trias 2007). En este sentido, destacamos la distinción que realiza Dubreuil (2002:77) entre dos corrientes mayoritarias en el marco de los estudios sobre instrumentos de molienda:

“- Partiendo del principio de que la morfología del útil depende principalmente de su utilización, algunos autores proponen adoptar una clasificación funcional de los objetos. Los útiles son clasificados según los criterios morfológicos que parezcan pertinentes des del punto

de vista funcional, y estos son generalmente jerarquizados (Kraybill 1977; Riddell & Pritchard, 1971; Voigt 1983).

- Otros se oponen a una clasificación funcional, y privilegian una descripción y clasificación puramente formal, una tipología teniendo en cuenta los diferentes estados de transformación del útil. Wright (1992), por ejemplo considera que la determinación de la función de los objetos necesita de un análisis traceológico y/o la búsqueda de residuos sobre su superficie. Una tipología del material de molienda debe ser fundado sobre un enfoque tecnológico: el objeto es considerado como representante de una etapa, un estado dentro de la secuencia general de "reducción" lítica. La clasificación propuesta por Procopiou (1998) es una de las escasas que podemos denominar morfo-funcionales. Ella considera como la conclusión de un estudio tecnológico de las piezas en la que los objetos son clasificados en función de su grado de elaboración. Los atributos descritos en la morfología de las caras activas son reconsiderados, y se relacionan con el grado de desgaste de la pieza."

La primera de las corrientes nos explica el papel que tuvieron los útiles de molienda y trituración en los modelos explicativos sobre el proceso de neolitización y adopción de las prácticas agrícolas (ver cap.1.2), al atribuir la función agrícola a los molinos arqueológicos en base a los referentes etnográficos disponibles. En segundo lugar, el trabajo de Wright (1992a), a pesar de la magnitud de su estudio analizando numerosos conjuntos del Próximo Oriente, si bien defiende la supremacía del análisis tecnológico en la caracterización de las industrias macrolíticas, la autora finalmente realiza inferencias funcionales en sus resultados a partir de la analogía etnográfica, y sin plantear ningún estudio funcional basado en la traceología o el análisis de residuos. Estas incongruencias cobran mayor relevancia cuando, tras la revisión a la literatura etnográfica en relación a la molienda y la trituración, se observa que la relación existente entre variación morfológica de los útiles y función, se encuentra mediatizada por la organización socio-económica de cada grupo humano (Dubreuil 2008), y por tanto, diferente dependiendo del contexto geográfico o histórico.

Lo cierto es que no existe en el ámbito de los estudios sobre tecnología prehistórica en el Próximo Oriente un marco de referencia teórico en el que basar la investigación arqueológica. Por un lado, el paradigma *histórico-cultural* centrado en la proliferación de tipologías que buscaban el establecimiento de secuencias cronológicas y culturales para individualizar "culturas materiales", se estaría superando gracias a la aparición de trabajos especializados en los métodos y técnicas utilizados en la producción de artefactos líticos (Nishiaki 2000; Borrell 2006; entre otros) y óseos (Stordeur 1978, LeDosseur 2006), y sobre todo, del desarrollo de los estudios funcionales (Dubreuil 2002). El cambio de perspectiva analítica se basó en la concepción de la materialidad arqueológica como el resultado de acciones materiales fruto de una acción social (Bate 1977; Vargas 1990).

En este trabajo entendemos que el análisis arqueológico de los cambios socio-económicos que se dieron lugar en la prehistoria, en nuestro caso concreto, la aparición y adopción del nuevo sistema de vida agrícola-ganadera, deben implicar sin falta el análisis funcional de los instrumentos de trabajo de la sociedad estudiada. Es preciso aclarar que el estudio funcional de los artefactos no se contraponen a los estudios tecnológicos realizados hasta el momento, sino que los incluye en una misma perspectiva de análisis global de la tecnología prehistórica.

Seguendo a Risch (2002b), " *el análisis funcional se debería definir como la identificación y el estudio de los procesos de trabajo a través de la materialidad social. Su objetivo consiste en establecer relaciones físicas significativas entre trabajo humano y materia, y plantea tres cuestiones básicas: 1. ¿qué se produce?, 2. ¿cómo se produce?, y 3. ¿quién o quienes producen?*" Mientras que para analizar la primera y segunda cuestión es posible centrarse en el análisis de los instrumentos de trabajo en su contexto socio-económico, consideramos que para tratar la tercera cuestión es necesario el desarrollo de estudios arqueo-antropológicos que nos permitan obtener información sobre marcadores de actividad física y paleo-patologías (véase Molleson 1994).

De esta forma, consideramos que a través del estudio funcional de los instrumentos de trabajo es posible inferir en el ámbito productivo y en los comportamientos sociales de las comunidades del pasado. Con este objetivo, el trabajo se ha centrado en aportar información sobre el aprovisionamiento de materias primas; la tecnología de manufactura y el grado de inversión en la transformación del útil; y culmina en el análisis de las trazas de uso y la identificación y análisis de los residuos de la materia trabajada que pudieran conservarse. Los resultados del análisis intrínseco de los artefactos tratarán de ser contextualizados en los procesos productivos de cada poblado estudiado, en la medida en que el registro arqueológico y su posterior análisis a través de distintas líneas de investigación nos lo permitan. El objetivo es aproximarnos a la variabilidad de funciones y usos que habrían desempeñado éstos artefactos en las comunidades del pasado, como parte de un proceso histórico analizable a través de la disciplina arqueológica.

Des del punto de vista epistemológico, coincidimos con Risch en que el concepto de *trazas de producción* va más allá de la identificación de las trazas de uso, y por consiguiente, de la identificación de los diversos usos que pudo tener un conjunto de artefactos. Así pues, desde una perspectiva socio-económica, la producción mantiene un doble significado: en cuanto a producción para manufacturar o mantener un objeto, y en cuanto a producción para usarlo y consumirlo. Ya que las sociedades re-producen por ellas mismas mediante un ciclo de elaboración y consumo de bienes, las *trazas de producción* pueden ser entendidas como todas aquellas transformaciones físicas y químicas que tuvieron lugar durante la circulación de cualquier sujeto y objeto en la sociedad (Risch 2008). Es en este sentido en el que hemos considerado como uno de los objetivos principales del trabajo avanzar en una metodología de análisis funcional que permite caracterizar con rigor las huellas de uso sobre los artefactos de molienda, como primer paso hacia el conocimiento del papel que tuvieron en el seno de las comunidades neolíticas estudiadas.

Para ello, en nuestro enfoque teórico-metodológico ha resultado fundamental basarnos en los trabajos realizados en el campo de **la experimentación**, principalmente en el ámbito de las prácticas agrícolas y el reconocimiento de los gestos técnicos asociados (Anderson 1992; Meurers-Balke & Lüning 1992; Brill & Roux 2002; entre muchos otros). Otras fuente de información básica para nuestro estudio son los **referentes etnoarqueológicos y etnográficos** sobre la molienda y trituración en sociedades pre-industriales (Roux 1985; Hayden 1987; De Beune 1989b; Sigaut 1991; David 1998). Sobre ambos, nos detendremos con más detalle en la parte 2 del trabajo.

## - Objetivos de carácter histórico

Nuestro foco de estudio se enmarca en el análisis general del proceso que condujo al cambio socio-económico y cultural entre los grupos cazadores-recolectores y los grupos agricultores-ganaderos en la región del Próximo Oriente. De forma más concreta, el trabajo pretende examinar el papel de las industrias macrolíticas destinadas a la molienda y trituración de sustancias variadas en el seno de las comunidades que vivieron la transición hacia la nueva forma de vida agrícola-ganadera. Para ello, contamos con un registro material excepcional que abarca desde los primeros inicios del neolítico precerámico (PPNA), en Jerf el Ahmar, cuando se documenta por primera vez el cultivo pre-doméstico de cereales (Willcox et al. 2007, 2009); la siguiente etapa (PPNB) de aparición de las primeras formas domésticas de cereales y leguminosas en tell Halula (Buxó & Rovira 2013) y tell Aswad (Stordeur *et al.* 2010); y finalmente, la consolidación del sistema agrícola-ganadero, acompañado por la aparición de la tecnología cerámica, también en tell Halula y tell Aswad.

En relación al proceso de investigación sobre la aparición y consolidación de las sociedades agrícola-ganaderas, se han buscado, analizado y contrastado todo un conjunto de evidencias que permitan identificar los primeros pasos y la consolidación del proceso de domesticación de plantas y, en términos generales, el surgimiento de las prácticas agrícolas:

- Restos arqueobotánicos: especies domésticas, restos de su procesado, etc.
- Utillaje agrícola: industria lítica – hoces-; industria macrolítica –hachas, molinos, etc.
- Estructuras de almacenaje de productos agrícolas: silos, etc.
- Evidencias de producción y consumo en los restos antropológicos (estudios osteológicos, paleopatologías, estudio de la dieta, etc.)

Además, en relación con los instrumentos de procesado de las cosechas, comenzó a plantearse la dicotomía entre la presencia de morteros y molinos en los yacimientos levantinos, presencia que era interpretada como un reflejo del cambio de estrategias de recolección de especies silvestres (morteros para el procesado de nueces y frutos silvestres), hacia el cultivo y procesado de especies vegetales que serán finalmente domesticadas (molinos para el procesado de cereales) (Bar-Yosef 1980; Goring-Morris 1987).

Tal como se verá a lo largo de la secuencia cronológica del Próximo Oriente, esta propuesta de trabajo es, en gran medida, acertada como punto de partida de la investigación. El hecho es que los yacimientos considerados agrícolas presentan en su mayoría instrumentos macrolíticos de molienda y trituración (Wright 1992b, 1993). El problema surge al tratar cuantitativamente dicha presencia, cuando los datos no se ajustan a las premisas dictadas. La presencia de molinos no debería ser interpretada como evidencia directa del procesado de cereales, puesto que el registro etnográfico<sup>50</sup> nos informa de la variedad funcional en la que puede participar el utillaje de molienda y trituración. Es en esta tesitura en la que planteamos el desarrollo de una

---

<sup>50</sup> Ver, a modo de ej., Hayden (1987), donde se describen los diversos usos en los que participan los molinos de la Tierras Altas mayas de Guatemala: bellotas, trigo, café, calcita, cacao, azúcar, sal, pimienta, especias, hierbas, etc.

metodología de análisis funcional que permita valorar las actividades que realizan los útiles y su contexto socio-económico y no solamente su mera presencia en el registro arqueológico.

En el contexto levantino pre-agrícola, lo que se ha denominado como horizonte Natufiense (Epipaleolítico), L. Dubreuil (2002, 2004) ha podido demostrar, mediante un estudio funcional del utillaje de molienda, que el cambio más significativo no se produjo en una modificación de los productos vegetales recolectados sino que se produjo un cambio en la gestión y consumo de las plantas, especialmente de cereales y leguminosas. En nuestro trabajo, por tanto, planteamos continuar la línea de análisis que Dubreuil aplicó al periodo epipaleolítico, en este caso centrándonos en los poblados en los que se documentan los inicios del cultivo pre-agrícola hasta la consolidación de las prácticas agrícolas.

De esta forma, ya en los primeros periodos neolíticos (PPNA-PPNB), momento en que los grupos humanos han asumido finalmente estrategias de ocupación del territorio de tipo permanente, con los cambios socio-económicos y culturales que esta transformación significó, disponemos de dos escenarios privilegiados desde el punto de vista del número y la conservación (potencia) de yacimientos y, también, del volumen de proyectos de investigación de los que son objeto: el Valle Medio del río Éufrates y el Oasis de Damasco. Se trata de dos áreas clave en el proceso de aparición y difusión de las prácticas agrícolas, entre otros fenómenos vinculados al proceso de domesticación (circulación de materias, objetos, especies, ideas, etc.).

Por otro lado, la información etnográfica nos advierte de los distintos usos que pueden tener los útiles tipo molino, moletas, mortero y pilón (ver refs. en Dubreuil 2008). Además, el desarrollo de las diversas artesanías en el Próximo Oriente a partir del neolítico (industria lítica, ornamentos personales, trabajo de la piel animal, industria ósea, cerámica, etc.) en los que los útiles macrolíticos pudieron tener un papel importante en los procesos de producción, deberían ser consideradas en la atribución funcional de los artefactos.

Por tanto, en este trabajo nos hemos planteado la necesidad de investigar más allá de resolver cuándo se documentan y en qué lugar los primeros restos de plantas con morfologías domésticas. Se incidirá, entonces, en buscar qué procesos de producción fueron los productos agrícolas obtenidos, procesados y consumidos por parte de los poblados neolíticos del Valle del Éufrates y del Oasis de Damasco. En concreto, nuestras preguntas son:

*a) ¿Qué inversión de trabajo se observa en el aprovisionamiento de materias primas, en la manufactura y en el mantenimiento de los útiles de molienda y trituración en los yacimientos estudiados? ¿Qué grado de efectividad técnica podemos extraer de su análisis funcional?*

*b) ¿Qué papel tuvo el procesado de cereales (molienda y trituración) en el seno de las comunidades de los tres yacimientos neolíticos estudiados? ¿Podemos vincular estos resultados con el desarrollo y adopción definitiva de la agricultura como base de la economía de las sociedades humanas a partir del neolítico en la región levantina?*

*c) Estos trabajos de molienda y trituración ¿Se pueden vincular con otras esferas técnicas, artesanías, que precisamente se desarrollan de forma paralela a la aparición y consolidación de las prácticas agrícola?*

**d) *¿Era la molienda una actividad habitual, cotidiana, de estructura familiar, colectiva,..? Es decir, ¿podemos acercarnos a las características sociales de su implementación por parte de los poblados neolíticos?***

A partir del primer bloque de objetivos en torno a la problemática de estudio sobre las primeras sociedades agrícolas del neolítico levantino, en un segundo bloque nos centramos en los objetivos que, desde el punto de vista de la metodología, nos permitan avanzar en la caracterización funcional de los artefactos de molienda y trituración.

#### **- Objetivos de carácter metodológico**

Vinculado con los objetivos históricos del trabajo, el análisis funcional de los artefactos de molienda y trituración se presenta como un vía fundamental para poder valorar de forma exhaustiva las actividades en las que participaron estos útiles. Un estudio funcional del utillaje de molienda y trituración debe ser abordado desde una perspectiva dinámica sobre la “vida” de los útiles. Para ello, nos hemos basado en la revisión de trabajos precedentes sobre estudios funcionales de instrumentos macrolíticos (Adams 1988; Risch 1995; Procopiou 1998; Dubreuil 2002; Hamon 2006; Delgado 2008; entre otros) con el objetivo de aportar nuevas vías de análisis y complementar otras ya iniciadas por investigaciones previas.

Tal como se podrá extraer del análisis del conjunto artefactual estudiado y expuesto a lo largo de los capítulos de este trabajo, el grado de complejidad funcional que llegan a alcanzar determinados útiles nos obliga a desarrollar una metodología de análisis que pueda contemplar y vincular varios episodios de manufactura, mantenimiento y uso de los artefactos. En este sentido, destacamos la inclusión, en la parte metodológica del trabajo, de un conjunto artefactual más reciente procedente de tell Arqa (Edad del Bronce), en el norte de Líbano, el cual nos permitirá tener un referente paradigmático del utillaje en basalto especializado en la molienda de cereales.

En este trabajo, y a nivel metodológico, nos hemos propuesto trabajar en las siguientes cuestiones:

- Identificación de las materias primas líticas utilizadas en la manufactura de los útiles de molienda y trituración. Análisis de las estrategias de abastecimiento: prospecciones de campo, identificación macroscópica y análisis petrográficos.
- Estudio de la manufactura de los artefactos: análisis traceológico de las huellas de manufactura conservadas sobre las superficies.
- Caracterización tecno-tipológica de los artefactos: propuesta de una tipología de útiles basada en el modo de funcionamiento.
- Estudio funcional: Análisis de las superficies activas de los útiles mediante un nuevo sistema de cuatro niveles de observación combinando la caracterización cualitativa y cuantitativa de las trazas de uso, especialmente de los pulidos laborales. Complementación del estudio funcional con el análisis de residuos conservados sobre las superficies laborales de los útiles.





## Parte 2

*“¿Tienen esas trazas diferencias tan sutiles que puedan reflejar claramente la función de la herramienta y los procedimientos empleados en su elaboración?  
La metodología de estudio de las funciones productivas a través de las huellas del trabajo se basa en la cinemática del trabajo manual, cuyas características básicas se reflejan en las estrías de desgaste (geometría de las huellas).  
Además se tiene en cuenta la particularidad y el tamaño de las huellas de desgaste que reflejan el carácter del material elaborado, sus cualidades estructurales y mecánicas (topografía de las huellas). Estos dos testimonios, el de la geometría y la topografía de las huellas, puestas al descubierto por el análisis, se confrontan con la forma dada a la parte útil de la herramienta, con su forma completa, sus dimensiones, su peso y el tipo de material con el cual se elaboró.  
Todos estos caracteres tomados en su conjunto, dan una respuesta sobre la funcionalidad de cualquier herramienta.”*

S.A. Semenov (1964: 18-19)



## PARTE 2. Propuesta metodológica: estructura del trabajo de investigación y técnicas de análisis

### Introducción

Este proyecto de tesis fue planteado y ha sido desarrollado como continuación a las investigaciones iniciadas anteriormente por varios especialistas en el estudio de los instrumentos macrolíticos, con especial atención al análisis funcional de los mismos. Gran parte de los conceptos y métodos de análisis han sido recogidos e implementados a partir de los trabajos previos de estos autores, sobre todo tomando como referencia los estudios de Procopiou (1998) y Procopiou *et al.* (1998, 2002), y la puesta en común de Adams *et al.* (2009). Sin embargo, el presente proyecto de tesis se inició con la voluntad de dar un paso más en los aspectos metodológicos referentes al estudio funcional de los útiles de molienda, incluyendo todos los aspectos de la vida del útil que determinan su transformación morfo-métrica y la formación de los patrones de desgaste que observamos sobre las superficies activas de los artefactos.

En este capítulo se lleva a cabo la exposición del sistema de análisis de los materiales. A tal efecto, serán detalladas las implicaciones de la materia primera de los útiles y las técnicas de análisis disponibles para su caracterización. El análisis de la tecnología de fabricación de los instrumentos es desarrollado a partir del estudio de los estigmas técnicos observados sobre los artefactos, junto al análisis de los tipos de roca utilizados. Paralelamente, el análisis de la morfología y la métrica de los artefactos permiten aportar criterios de caracterización vinculados tanto al análisis tecnológico como al funcional, así como también permiten fundar unas bases para una propuesta tipológica tecno-funcional.

El punto decisivo ha sido el establecimiento de un nuevo sistema de análisis funcional basado en la caracterización usando varias escalas de observación de los patrones de desgaste sobre las superficies activas de los útiles; y finalmente, el aporte de las técnicas de análisis de residuos (en nuestro caso, concretamente el análisis de fitolitos) al estudio funcional. La atención que se ha prestado a los aspectos relacionados con el progreso de la metodología de análisis de los conjuntos artefactuales nos ha permitido abordar con mayor base empírica el objetivo principal de este estudio: evaluar el rol de la tecnología de molienda y trituración en el desarrollo socioeconómico de las primeras comunidades neolíticas del Levante Norte y Central.

### - La concepción de la “vida del útil”: El proceso de análisis de los artefactos

Los útiles macrolíticos constituyen alternativamente por un lado, un objeto manufacturado y acabado, y por el otro, un medio para la transformación de otras materias u objetos. De esta forma, estos ítems se encuentran integrados dentro de un ciclo de producción (manufactura, usos, mantenimiento y abandono) y a la vez pueden intervenir en más de un sistema técnico de transformación de materias (fig.1.1.1). La dinámica de cambio que puede experimentar tanto la función como el funcionamiento de los útiles estudiados debe ser considerada en el análisis y, por tanto, se deben establecer los métodos y técnicas desarrollados para su estudio.

La metodología de análisis utilizada en este trabajo se basa en las diversas propiedades que deben ser atendidas (forma, tamaño, composición, textura y localización, según Barceló 2007) para caracterizar el *ciclo de vida de los útiles* y, por tanto, su papel en el marco socio-económico de las sociedades estudiadas. El concepto de *ciclo de vida*, utilizado por diversos autor autores (Nierle, 1983; Procopiou 1998; Hamon 2006; van Gijn & Verbaas 2009; Dubreuil & Savage 2012), procede principalmente de la noción de **cadena operativa** introducido inicialmente por los etnólogos con el fin de designar un método de estructuración de los actos técnicos que permita comprender la fabricación o la transformación de un elemento natural a un producto acabado. El autor fundamental en esta línea de trabajo fue A. Leroi-Gourhan (1971), quién definió los tipos de acción sobre la materia como la base de cualquier sistema técnico.

En referencia a otros trabajos desarrollados bajo diferentes marcos conceptuales tales como “proceso de producción”, “fases de producción, uso y mantenimiento” (por ej. Wright 1992), etc., cabe destacar que, en esencia, la metodología de análisis persigue examinar las mismas variables en casi todos los casos de estudio arqueológico consultados hasta el momento. Por otro lado, la interpretación de los resultados obtenidos y el mayor o menor rigor en el análisis de cada una de esas variables (materia prima, morfometría, trazas de manufactura, trazas de uso y mantenimiento, residuos de la materia trabajada, localización en el yacimiento) son las claves que diferencian las diversas corrientes metodológicas en los estudios sobre instrumentos de molienda y trituración en arqueología.

En los siguientes apartados se exponen las diversas técnicas de análisis adoptadas en trabajos anteriores, seguido de una nueva propuesta metodológica generada para llevar a cabo el análisis de los materiales en nuestros casos de estudio del Próximo Oriente. Esta propuesta metodológica será implementada en la Parte 3 del trabajo.

## 2.1. Sistema de registro de la información

### 2.1.1. Descripción anatómica de los ítems macrolíticos

El análisis de los materiales ha sido realizado a partir del diseño de una base de datos en Access, creando un *Formulario* que incluye todas las variables que se definirán en el ANEXO 3. De manera complementaria, el apartado más específico dedicado al análisis traceológico de los materiales se articula en las fichas de registro diseñadas a partir del *sistema de niveles de observación* definido en el apartado 2.5.2.

El diseño de la base de datos general ha tomado como referencia trabajos anteriores sobre materiales macrolíticos (Wright 1992, Procopiou 1998, Risch 2002, Dubreuil 2002; Hamon 2006; Delgado 2008, etc.), añadiendo y agrupando determinadas variables según ha convenido por el tipo de material analizado. Se trata de un conjunto artefactual específico (instrumentos de molienda y trituración) que a priori ha sido considerado por algunos autores como objetos poco estandarizados a nivel formal. Por lo tanto, consideramos que deben ser registrados con detalle y de manera sistemática todos los datos que aporten información sobre los procesos de fabricación y mantenimiento de los útiles, los diversos usos y la posterior amortización de los mismos.

La terminología adoptada en este trabajo para designar las distintas partes anatómicas que forman los ítems analizados se resume en el esquema de la fig II.1.1. La determinación de reducir y sintetizar al máximo los términos utilizados pretende simplificar y facilitar las descripciones de los ítems. Las observaciones incluidas en la base de datos serán complementadas a partir de la información traceológica mostrada en los dibujos y fotografías.

De esta forma, los ítems macrolíticos estudiados en este trabajo se han descrito en primer lugar a partir de su/s cara/s activa/s (utilizando también en el mismo sentido los términos de superficie activa o superficie de trabajo), la cual es considerada aquí como la superficie del útil que es potencialmente utilizable para actividades de abrasión y percusión<sup>1</sup>. Esta atribución se basa, a priori, en la observación macroscópica de trazas de fabricación y uso que indiquen que la superficie se ha preparado y/o utilizado para moler, abrasar o percutir.

El contorno de los útiles de molienda y abrasión estudiados corresponde con la zona que rodea la superficie activa, y, en el caso de las morfologías en planta de tendencia elipsoidal o rectangular, el contorno está formado por los laterales (siguiendo el eje longitudinal) y los extremos (eje transversal). Finalmente, en el caso de los útiles de molienda, el reverso corresponde con la cara opuesta a la superficie activa, el cual corresponde en las moletas con la superficie utilizada para la prensión o sujeción del instrumento, y en el caso de los molinos corresponde con la base o superficie de apoyo sobre la cual se coloca el molino para efectuar la actividad de molienda o abrasión.

---

<sup>1</sup> Los materiales que forman parte de la base de datos del presente estudio son principalmente útiles de molienda, abrasión y trituración. Sin embargo, tras analizar los conjuntos de artefactos se ha evidenciado que, de manera frecuente, algunos tipos de útiles de abrasión presentan trazas de percusión en los extremos. Así pues, ha sido necesario registrar caras activas complementarias o simultáneas relacionadas con actividades de percusión (y no solo para la trituración de materias, sino que puede tratarse de distintas actividades en las que se requiere percusión).

En los pilones, el contorno o lateral coincide con la zona de presión o sujeción del instrumento, mientras que la cara opuesta a la cara activa se denomina talón. Finalmente, en los morteros, la zona que delimita la cara activa se denomina borde (en los morteros con cierta altura también existe un lateral exterior que puede denominarse pared), y la superficie opuesta a la cara activa también corresponde con la base sobre la cual se apoya el instrumentos para recibir la percusión.

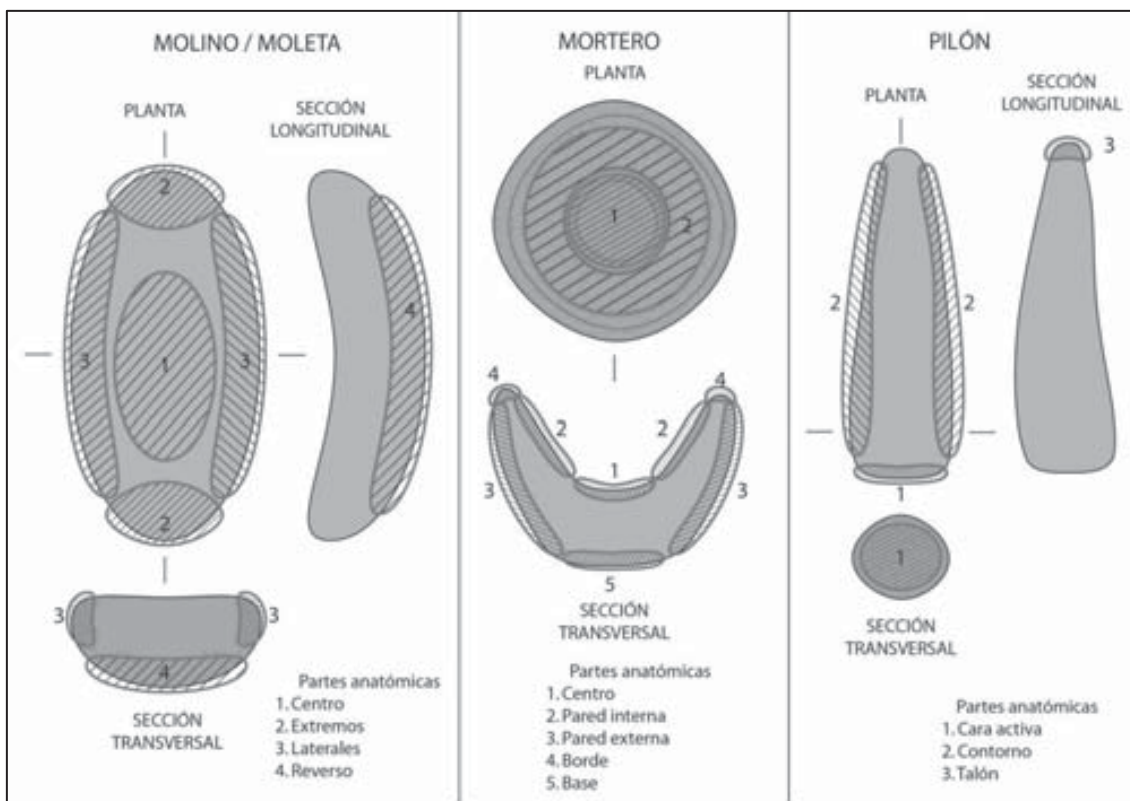


Fig. II.1.1. Partes anatómicas de los útiles de molinero y trituración a través de las vistas en planta y en sección.

## 2.1.2. Dibujo técnico y criterios de orientación de los instrumentos macrolíticos

La representación gráfica de los materiales es uno de los soportes principales mediante los cuales se presentan los resultados del análisis en este trabajo y en los estudios arqueológicos en general. De esta forma, el objetivo de la ilustración del artefacto es utilizar imágenes bidimensionales para proporcionar una descripción inteligible de un objeto tridimensional (Inizan *et al.* 1995). En determinados aspectos, el dibujo técnico aporta información específica que difícilmente puede quedar plasmada por completo a nivel descriptivo de tipo verbal (por ej., la extensión o la distribución de ciertos patrones de desgaste sobre la superficie de los útiles).

El dibujo técnico del conjunto de útiles mejor conservados y representativos de cada yacimiento ha sido incluido en el volumen II del trabajo. El resto de ítems incluidos en la base

de datos, es decir, todos aquellos con un índice de preservación más bajo, han sido registrados mediante croquis y fotografías.

En primer lugar, previamente a la realización del dibujo técnico y del propio análisis del material, es necesario orientar el objeto para establecer a nivel formal las partes que lo conforman y que serán descritas durante el análisis. En referencia a cómo situar y orientar el objeto ante el observador, en este trabajo se han seguido los criterios de orientación propuestos por Risch (2002)(fig. II.1.2).

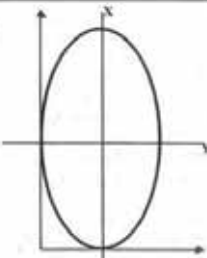
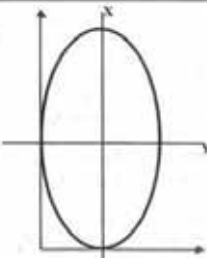
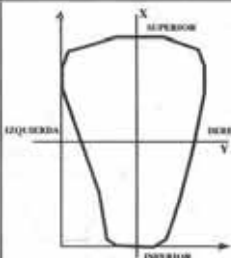
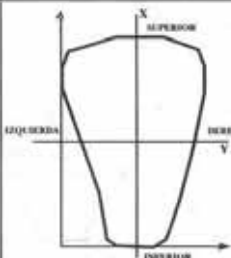
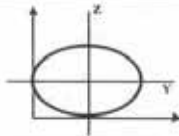
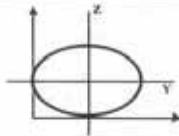
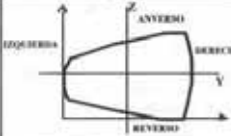
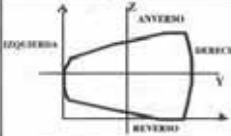
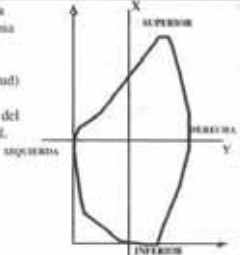
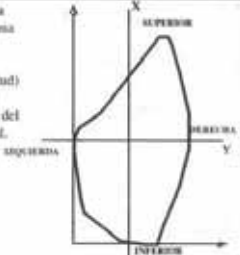
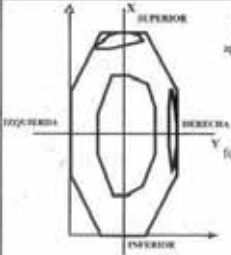
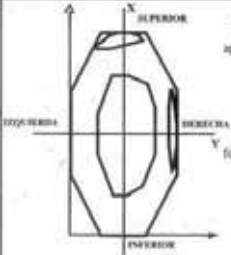
CRITERIOS DE ORIENTACIÓN DE ARTEFACTOS MACROLÍTICOS			
<p><b>Jerarquía de criterios de situación del artefacto.</b> Cada criterio limita sucesivamente las posibilidades de situación, hasta reducirlos a una sola alternativa. Sólo es necesario pasar al siguiente criterio si todavía siguen existiendo varias alternativas de situación. La jerarquía establecida prioriza, en primer lugar, criterios morfométricos y, en un segundo nivel, utiliza rasgos funcionales de la pieza.</p>			
<p><b>Piezas Simétricas:</b> Con los criterios 1 y 2 se define automáticamente la profundidad del objeto, mostrando su grosor. <b>Piezas No Simétricas.</b> Criterios 3 a 8. Presentan diferencias sustanciales entre las dimensiones máximas y mínimas de los ejes longitudinal, transversal y de profundidad (Medida Mínima/Medida Máxima &lt;0.67). Existen artefactos cuya simetría morfométrica y funcional sigue presentando posiciones alternativas después de la aplicación de estos 8 criterios. Precisamente este grado de simetría supone que, conceptualmente, no existen diferencias entre las distintas posiciones posibles del artefacto y, en consecuencia, cualquiera de ellas es correcta.</p>			
<p><b>Criterio 1.</b> El eje longitudinal de la pieza se presenta de forma vertical hacia el/la observador/a.</p> 		<p><b>Criterio 4.</b> La sección máxima en el eje transversal (mayor anchura) se sitúa en la parte superior del eje longitudinal.</p> 	
<p><b>Criterio 2.</b> El eje transversal se sitúa de forma horizontal.</p> 		<p><b>Criterio 5.</b> La sección máxima en el eje de profundidad (mayor grosor) se sitúa en la parte superior del eje longitudinal.</p> 	
<p><b>Criterio 3.</b> La sección máxima en el eje longitudinal (mayor longitud) se sitúa en la parte derecha del eje transversal.</p> 		<p><b>Criterios 6, 7 y 8.</b> Utilizados si una vez aplicados estas normas, siguen existiendo varias alternativas de posicionamiento. La superficie activa se sitúa, de forma jerárquica, hacia la cara anversa, superior y derecha.</p> 	
<p><b>Artefactos fracturados:</b> La parte conservada será situada dentro de su posición original en la pieza. Esta pieza reconstruida podrá ser situada nuevamente según los criterios anteriormente establecidos. Aquellos fragmentos que no puedan ser orientados de acuerdo con la posición original del ítem del que formaron parte, o sólo en parte, se sitúan jerárquicamente en la cara anversa, superior y derecha.</p>			

Fig. II.1.2. Criterios de orientación de los artefactos a partir de Risch 2002, fig. 14.

La orientación del objeto está basada en los criterios de x-y-z, tal como los define Risch (2002). Esta orientación permite situar los objetos en planta ante el observador de una forma sistematizada.

A partir de aquí, las reglas que rigen la representación gráfica de las diversas planas del objeto (anverso-reverso-secciones) son diversas y fluctúan bastante entre los autores. En el trabajo de Inizan *et al.* (1995) sobre metodología y terminología aplicada al estudio de la industria lítica tallada, se destacan dos sistemas convencionales principales: los denominados sistema francés

y sistema americano. Ambos sistemas están basados en la representación de las diversas vistas de un objeto por medio de la proyección ortogonal de cada una de sus caras. Cada vista se obtiene tras la rotación del objeto 90° con respecto a su vista principal (la vista en planta del anverso del objeto, ver fig. II.1.3a). Las diferencias entre ambos es que el sistema francés rota las secciones longitudinal (derecha e izquierda) y transversal (superior e inferior) hacia la derecha/ izquierda y hacia arriba/abajo respectivamente, mientras que el sistema americano realiza las rotaciones a la inversa (ver fig.II.1.3b-2).

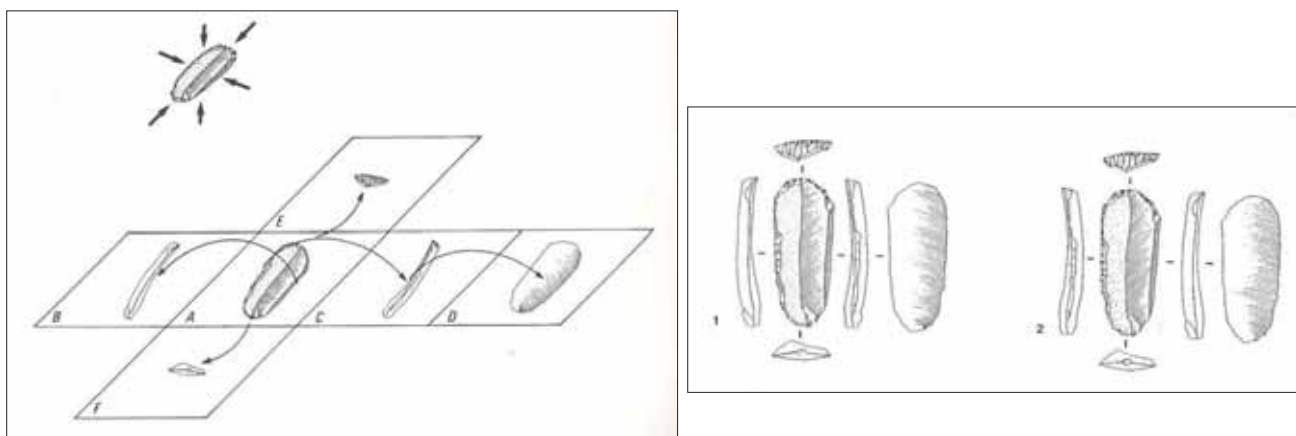


Fig. II.1.3a y II.1. 3b. Sistemas de dibujo de artefactos arqueológicos (a partir de Inizan *et al.* 1995, p.108, fig.42-43). Sistema francés (3a y 3b-1) y sistema americano (3b-2).

En este trabajo hemos optado por seguir el sistema americano ya que a priori nos pareció oportuno que todas las vistas en sección estuvieran encaradas hacia la parte anatómica de la vista en planta del objeto a la que corresponden (ver fig. II.1.3b-2). Este sistema es seguido también por autores como Wright (1992), Procopiou (1998), Adams (2002), Stroula (2010), entre otros, mientras que otro grupo de investigadores como Risch (2002), Hamon (2006) y Delgado (2008), realizan sus dibujos bajo los criterios del sistema francés.

En relación a las vistas y las secciones de los útiles cabe precisar que, para los molinos, la vista en planta de la cara activa así como las secciones transversales y longitudinales aportan información sobre la forma del bloque original de materia prima, además de proporcionar evidencias sobre el grado de modificación del bloque (ver 3.3. *Análisis de la tecnología de fabricación de los útiles*, en este capítulo). Tal modificación puede ser producto del uso (cuando por ej. la superficie activa es cóncava) o del proceso de fabricación del útil, por lo que se ha considerado conveniente en algunas ocasiones representar también trazas de manufactura en la vista del reverso o base del molino.

En la representación gráfica de las moletas, la misma información sobre el bloque original y su grado de modificación proporciona las vistas en planta y secciones. El acondicionamiento de la superficie de prensión o sujeción del instrumento también es representado mediante trazas específicas en el reverso.

Los dibujos técnicos realizados a mano han sido tratados posteriormente con Illustrator CS5 para Windows 7. Mediante el uso de un sistema de tramas estandarizadas representadas en



los dibujos, ha sido posible realizar una lectura tecnológica y funcional de los instrumentos (ver volumen II).

Por último, la fragmentación de los materiales es un fenómeno muy corriente entre los conjuntos de instrumentos de molienda. Siguiendo la misma postura de facilitar el sistema de inventario, se han definido un conjunto de categorías de fracturas generales que nos permiten clasificar los útiles fracturados en función de las partes conservadas (fig.II.1.4).

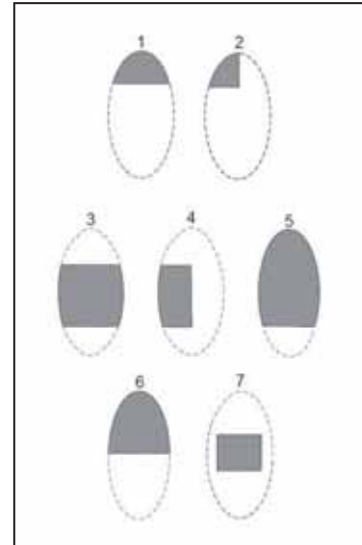


Fig.II.1.4 Patrones de fractura de ítems de molienda y trituración.

## 2.2. Análisis de las materias primas de los útiles

### 2.2.1. La investigación desarrollada en torno a la materia prima para la producción de instrumentos de molienda.

Los estudios centrados en el análisis de la materia prima de los útiles de molienda y trituración se han regido principalmente por dos ejes fundamentales:

- a) El estudio de la procedencia de la materia prima, desarrollado a partir de análisis petrográficos convencionales por medio de láminas delgadas (por ej., Schneider 2002). En determinados casos, la variabilidad reducida de ciertas litologías (como por ejemplo el basalto, materia prima más explotada en el Próximo Oriente) en ciertos contextos geológicos ha obligado a recurrir a métodos de caracterización más específicos, como el análisis geoquímico de elementos traza (Williams-Thorpe & Thorpe 1993, 2001; Lease & Laurent 1998) o las dataciones por K/Ar (Weinstein-Evron *et al.* 1995, 1999).

Paralelamente al estudio de las fuentes de materia prima documentadas, resulta necesario plantear cuestiones como la disponibilidad y la accesibilidad de tales materias por parte de los grupos que explotaron tales recursos. Por otra parte, el análisis de estas fuentes también permite tantee sistemas de abastecimiento de materias primas, redes de circulación de bloques o de útiles semi-acabados y acabados entre asentamientos, etc.

- b) El estudio de las propiedades mecánicas de las rocas y su influencia en la manufactura y el funcionamiento de los útiles macrolíticos y, por consecuencia, en la selección de las materias primeras para confeccionar dichos útiles (Hayden 1987; Horsfall 1987; Shoumacker 1993; Stone 1994; Santallier *et al.* 2002; Delgado *et al.* 2008, 2009).

Del mismo modo que ocurre con las diversas esferas de la ingeniería de los materiales, las propiedades físicas de las rocas (dureza, granulometría, textura, densidad, etc.) determinan su comportamiento ante un proceso mecánico como es la abrasión o la percusión. Conocer el grado de variabilidad de estas propiedades en cada una de las materias líticas documentadas en la fabricación de instrumentos macrolíticos aporta datos empíricos sobre la adecuación de cada roca en procesos de trabajo concretos como puede ser la molienda de materias diversas.

Horsfall (1987) introduce la problemática sobre los condicionantes funcionales que influyen en la selección de las materias primeras para la confección de útiles de molienda. En ella se incluyen cuestiones como la naturaleza de la sustancia que debe ser procesada, el calibre del producto molido, la vida de uso relativa de los diferentes materiales líticos y, en menor medida, la cantidad de polvo producido por el desgaste del útil lítico (contaminación del producto). Además, Horsfall destaca que una de las características más importantes en relación a la molienda es la textura de la roca utilizada. Shoumacker (1993) aplica esta línea de análisis a los molinos de producción industrial en el contexto dónde los conceptos relacionados con la eficacia del útil pueden ser vinculados con la elección del tipo de materia

lítica utilizada en la fabricación de la maquinaria de molienda. De esta forma, las diversas propiedades mecánicas de las rocas que influyen en la rapidez en la que se obtiene el producto, así como en la menor frecuencia de reavivados que requieren las muelas, son consideradas como parámetros para definir la eficacia de las rocas en un contexto de producción industrial.

En el caso de los morteros, la influencia de la materia prima sobre las propiedades tecnológicas del útil puede variar según la utilidad que desempeñe el artefacto. De este modo, el estudio de Procopiou (1998:93) permite distinguir dos tipos generales de morteros (ver *infra* 2.4. *Análisis morfométrico y tipológico*): los morteros destinados a pulverizar y triturar (tipo 1) y los morteros que adquieren el rol de receptáculo de una actividad como el decorticado de cereal (tipo 2). En el primer grupo, se documenta una tendencia a escoger rocas de granulometría fina y homogénea (por ej. micrita), de forma que ésta puede influir en la finura del producto procesado con el útil. Por el contrario, los morteros del segundo tipo, al jugar un papel secundario a modo de soporte de la actividad, la naturaleza petrográfica del artefacto queda en un segundo orden de importancia funcional, existiendo una gran variedad de materias primas, incluyendo diversos tipos de rocas, la madera o la tierra. Los ejemplos etnográficos así lo demuestran (Ertug-Yaras 1997).

Sin embargo, la selección de las materias primas no puede contemplarse como resultado de criterios estandarizados únicamente vinculados con su efectividad funcional. Diversos estudios etnográficos (por ej. Horsfall 1987) presentan otros factores determinantes: por un lado, presentan condicionantes de tipo *tecnológico*, como la aptitud para la talla y la resistencia a la fractura de las rocas. Por otro lado, también se presentan factores de tipo más *socio-económico* que serían la cantidad y la importancia económica del producto que se vaya a procesar<sup>2</sup> y la existencia de posibles centros de producción especializada y de redes de distribución de los instrumentos fabricados, los cuales pueden afectar a la elección de las materias primas para la elaboración del instrumental de molienda.

En conclusión, para valorar cuáles de todos estos criterios posibles son vinculables a la elección de materias primas en una sociedad en particular, es imprescindible analizar los tipos de rocas documentados y, por consiguiente, contemplar sus cualidades físicas. Mediante esta propuesta, se podrán plantear hipótesis sobre una selección planificada y argumentada de las rocas utilizadas para la fabricación de los útiles. Una vía de análisis aplicada es la experimentación, la cual nos permite tratar diversas cuestiones implicadas a la vez, o de manera sucesiva, como puede ser el comportamiento de la roca durante el proceso de fabricación de los útiles, la calidad del producto obtenido (considerando la contaminación por el desgaste lítico del útil), etc. (Procopiou 1998, anexo). Por su parte, Santallier *et al.* (2002: 25), llevan a cabo un examen petrográfico a través de láminas primas para evaluar caracteres como la rugosidad, la dureza y la tenacidad de las rocas analizadas. Además, estos autores proponen un eje de continuación de sus estudios mediante el análisis “semi-cuantitativo” de las cualidades mecánicas de los materiales líticos, desarrollando ensayos de medición de la

---

<sup>2</sup> Runnels (1981) considera el incremento en el procesamiento de la oliva como el cambio económico que marcará nuevos requerimientos en lo que concierne al abastecimiento de materias líticas (importaciones) para la molienda en la región del Egeo en época clásica.

dureza de las rocas o contemplando, de otra forma, la resistencia que presentan ante la abrasión. Unos primeros ensayos en este sentido fueron incluidos también en el trabajo de Hayden (1987). En ese momento, los resultados parciales sobre tests de medición de las propiedades mecánicas (dureza, resistencia, durabilidad) de las rocas muestreadas (basaltos porosos, poco porosos y compactos), a través de métodos utilizados en laboratorios de ingeniería, fueron sólo considerados como aproximaciones debido al reducido número de muestras analizadas. Por último, la propuesta de Schneider (2002) mediante un examen por lámina delgada también apuesta por la relación directa entre las cualidades físicas de las rocas y su elección como materia prima para manufacturar determinados útiles según la asignación funcional que recibieran.

La aportación a nivel metodológico de S. Delgado (Delgado 2008; Delgado *et al.* 2008), en relación con la cuantificación de las propiedades mecánicas de las rocas utilizadas en los artefactos macrolíticos, marca un punto de inflexión en los trabajos dedicados al análisis de las materias primas hasta el momento. Su estudio desarrolla lo que previamente habían sugerido algunos autores: la caracterización a nivel cuantitativo de las propiedades mecánicas de las rocas. A través de ensayos en laboratorios con maquinaria industrial que evalúan el comportamiento material de cada litotipo, Delgado caracteriza la capacidad abrasiva (definida a partir de la resistencia a la fricción y la rugosidad superficial) de un conjunto de rocas diferentes (arenisca, basalto, gabro, metaesquistos granatíferos, etc.). Los resultados de este estudio permiten clasificar las rocas testeadas en función de estos dos parámetros que determinan su potencial mecánico. También se han realizado estudios similares en torno a la problemática sobre las propiedades mecánicas que rigieron la selección de rocas basálticas en el Levante sur (Rutter & Philip 2008). Finalmente, destacar que este tipo de aproximación analítica utilizando técnicas de medición procedentes de la esclerometría<sup>3</sup> también se está desarrollando para otros ámbitos de investigación, como por ejemplo el análisis de los procesos de formación de las trazas de uso (Astruc *et al.* 2001,2003; Lerner *et al.* 2007).

Con respecto a las propuestas sobre las estrategias de abastecimiento de materias primas, hace falta tener en cuenta aquellos estudios realizados desde la vertiente etnográfica ya que permiten aproximarnos a las decisiones tomadas en un contexto pre-industrial y llevadas a cabo por productores cuyos principales razonamientos son generados a partir de su propia experiencia como fabricantes de este tipo de instrumentos. En este sentido, destaca el ejemplo de los productores de Malacatancito (poblaciones mayas del norte de Guatemala), estudiado por B. Hayden (1987), según el cual, los criterios de selección de las rocas para la fabricación de los metates suelen variar en función de la variabilidad litológica disponible en un momento dado. En general, el criterio más recurrente es la aptitud para la manufactura que en gran parte está relacionada con el tamaño y la densidad de vesículas en las rocas. A modo de ejemplo ilustrativo, la estrategia que sigue el artesano entrevistado por Hayden (1987:15) para identificar las diversas coladas de basalto que presentan diversos grados de vesicularidad se basa en la coloración de los minerales que rellenan las vesículas (también llamadas amígdalas).

---

<sup>3</sup> La esclerometría es un método experimental utilizado en aplicaciones industriales para caracterizar las propiedades mecánicas de superficies diversas (Astruc *et al.* 2001).

De esta forma, se concluye que las propiedades físicas de las rocas seleccionadas para la manufactura de los útiles deben ser consideradas a nivel cuantitativo. Sin embargo, no deben obviarse otros condicionantes de tipo medioambiental (disponibilidad de las fuentes de aprovisionamiento concretas) y socio-económico (el papel del producto obtenido en cada caso de estudio, etc.). Como metodología de análisis, creemos que el enfoque cuantitativo para evaluar las capacidades mecánicas de las rocas proporciona una importante base empírica para determinar una parte de los factores que intervienen en las estrategias de abastecimiento de materias primas.

Sin embargo, tales capacidades mecánicas entre las diferentes rocas analizadas deberían presentar unas diferencias a nivel cuantitativo suficientemente significativas para que pudiesen ser detectadas por los fabricantes y usuarios en época prehistórica. Se debe considerar, entonces, si las poblaciones prehistóricas pudieron llegar a niveles de análisis equivalentes a los conseguidos por el enfoque cuantitativo a la hora de evaluar las materias primas disponibles, ya que esta proposición puede llevar a conclusiones actualistas que se alejarían de la realidad del pasado.

### **2.2.2. Propuesta de análisis para las materias primas documentadas en los conjuntos estudiados**

El enfoque sobre el análisis de la materia prima ha tomado como referencia trabajos anteriores (Wright 1992; Risch 1995; Procopiou 1998; Dubreuil 2001; Schneider 2002; Hamon 2006; Delgado 2008; Adams *et al.* 2009), aunque éste ha sido adaptado al material estudiado y también a los objetivos generales del trabajo de tesis.

Tal y como se presenta en detalle en el capítulo 3.1 (ver *infra*), el conjunto artefactual se compone de cerca de un millar de artefactos, de los cuales, un 54 % está fabricado sobre roca basáltica, un 23 % sobre rocas sedimentarias de tipo caliza, un 17 % sobre rocas ígneas intrusivas variadas (como gabro/doleritas, granitos, etc.) y el 4% restante sobre otras litologías (ígneas volcánicas como pumita y traquita, metamórficas como cuarcitas, sedimentarias como gres/arenisca, etc.). Sobre estos porcentajes cabe destacar que, si consideramos Jerf el Ahmar como un caso excepcional (40,8% del material es confeccionado en caliza) (ver fig. II.2.1), los tres yacimientos restantes (Tell Aswad, Tell Halula y Tell Arqa) se caracterizan por un uso mayoritario de las rocas basálticas en la fabricación de este tipo de utillaje.

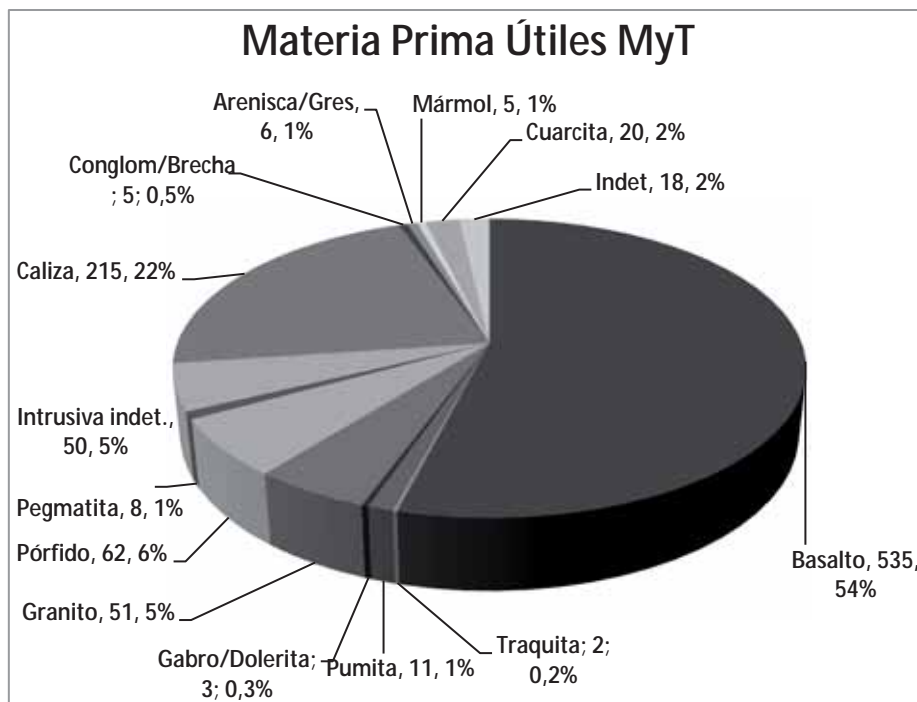


Fig.II.2.1. Clasificación de la materia prima lítica utilizada en la manufactura de los útiles de molienda y trituración (MyT) de los cuatro yacimientos estudiados.

La utilización mayoritaria de basaltos para la confección de material de molienda se documenta de forma muy recurrente en otros contextos, tanto arqueológicos (Stone 1994; Dubreuil 2002) como etnográficos (Hayden 1987). Sin embargo, en nuestra base de datos se documentan otros grupos de rocas que en general se ubican entre las rocas sedimentarias y otros tipos de rocas ígneas (además de los basaltos). El hecho de que en el análisis funcional de los artefactos (experimentación y traceología, ver *infra* cap. 3.2 y 3.4) nos hayamos centrado en el caso particular de las rocas basálticas, dada su relevancia en el conjunto general de los 4 yacimientos estudiados (Fig. II.2.5), nos ha llevado a diseñar una metodología de análisis de la materia prima orientada a resolver dos cuestiones clave de la investigación:

I. Caracterización general del conjunto artefactual (*¿Qué rocas se seleccionaron para la manufactura de instrumentos de molienda y trituración en cada yacimiento?*).

I.1. Caracterización microscópica de los basaltos vinculada al análisis funcional de los artefactos (*¿Existe variabilidad composicional, textural y granulométrica en el conjunto de basaltos analizados que pueda influir en la aparición de trazas de uso?*)

II. Estudio de las fuentes de materias primas líticas disponibles en relación con las rocas explotadas en los cuatro yacimientos (*¿Qué estrategias de abastecimiento de materias primas líticas se llevaron a cabo para producir el utillaje de molienda y trituración?*)

De este modo, todos los ítems incluidos en la base de datos han sido analizados desde el punto de vista de la materia prima a partir de los criterios descriptivos a escala macroscópica que detallaremos a continuación. En primer lugar, se llevó a cabo una primera clasificación de los conjuntos por observación a simple vista y con la ayuda de una lupa de mano (20x) durante las campañas de estudio de materiales. En segundo lugar, los grupos de materia prima resultantes

fueron comprobados en colaboración con los investigadores en geología, Rita Estrada (UAB), Aureli Álvarez (UAB), Christophe Griggo (Université Joseph Fourier-Grenoble I) y el especialista en materias primas del yacimiento de Tell Halula, Xavier Clop (UAB).

Finalmente, se escogieron un total de 37 muestras petrográficas para realizar un análisis microscópico por lámina delgada para caracterizar con mayor precisión las rocas basálticas<sup>4</sup>. Esta serie de muestras está compuesta por 24 muestras arqueológicas y 13 geológicas procedentes de las áreas-fuente prospectadas en relación con los yacimientos estudiados (ver *infra* resultados en el cap. 3.1, y Anexo I).

La metodología seguida para la identificación y clasificación de los diversos grupos de rocas documentadas en el conjunto artefactual estudiado se describe a continuación.

- ROCAS SEDIMENTARIAS

Rocas sedimentarias carbonatas: Las calizas

Las **calizas** constituyen la mayor parte de las rocas sedimentarias documentadas entre el material de molienda y trituración, las cuales forman parte de las rocas sedimentarias no detríticas (formación química o biológica)<sup>5</sup>. En geología, uno de los principales sistemas de clasificación de las calizas se fundamenta en los tipos de textura que presentan las rocas (Dunham 1962), método que puede ser implementado mediante observación con lupa de mano (20x).

Textura deposicional reconocible				Componentes originales unidos durante el desarrollo de una bioconstrucción	Textura deposicional no reconocible
Componentes originales no unidos durante la sedimentación			Esqueleto clasto-soportado sin barro micrítico		
Con barro micrítico		Esqueleto grano-soportado			
Esqueleto matriz-soportado					
< 10 % granos	> 10 % granos				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Cristalina

Fig. II.2.3. Clasificación de rocas detríticas según la textura (a partir de Dunham 1962, modificado por Moore 2001, Atlas de Petrología Sedimentaria).

A partir de Dunham (1962)(Fig. II.2.3-II.2.4), los grupos de caliza documentados en la base de datos se han reducido a tres, en relación con la granulometría, la dureza relativa y la rugosidad superficial que presentan. Se han registrado casos de creta (*chalk* en inglés, *crâie* en francés), un tipo de caliza muy blanda de formación marina, grano muy fino y textura porosa.

<sup>4</sup> También se han incluido 4 muestras de caliza para el análisis de lámina delgada, dada su importancia numérica también en el conjunto de Jerf el Ahmar y Tell Halula.

<sup>5</sup> En el informe sobre caracterización petrográfica (Anexo I) se incluye una descripción de las rocas sedimentarias en relación a su formación, clasificación general y componentes principales.

	Clasificación Dunham 1962	Grano	Dureza relativa	Rugosidad superficial	Observaciones
CALIZAS	<i>Packstone</i>	Grueso (0,5-1 mm o más)	Media-alta	Rugosa-muy rugosa	Presencia habitual de fósiles
	<i>Mudstone</i>	Fino (<0,5mm)	Media-baja	Baja	Textura superficial uniforme
	<i>Chalk*</i>	Muy fino (no distinguible)	Baja	Baja	Alto contenido en calcita, fractura fácil

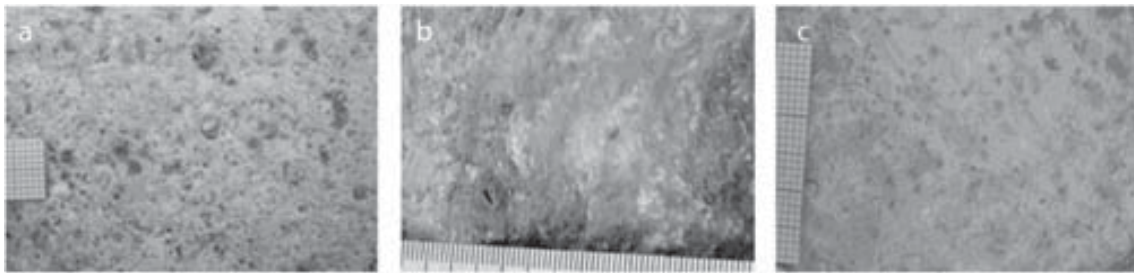


Fig. II.2.4 Arriba, tabla de clasificación de las calizas a partir del sistema Dunham (1962), exceptuando la caliza tipo creta. Abajo, a) Ej. de caliza tipo *Packstone* de textura porosa, con cavidades; b) ej. de caliza tipo *mudstone* de grano fino; c) ej. de caliza tipo *chalk* (creta), grano muy fino y en la que suele aparecer concreciones de color oscuro.

### Rocas sedimentarias detríticas

Se han documentado casos en los que se seleccionan rocas sedimentarias de tipo arenisca/gres (n=6; 0,6%) y conglomerado/brecha (n=5; 0,5%). Una primera aproximación a nivel granulométrico, siguiendo la propuesta de Adams *et al.* (1990) para este grupo de rocas sedimentarias detríticas, se muestra en la fig. II.2.5.

Diámetro límite (en milímetros de la clase)	Denominación de la clase	Denominación de la roca según su granulometría	
256	bloque	rudita conglomerado brecha	
64	bloque pequeño		
4	canto		
2	canto pequeño	arenita arenisca arena	
1	arena muy gruesa		
0,5 (1/2)	arena gruesa		
0,25 (1/4)	arena		
0,125 (1/8)	arena muy fina		
0,0625 (1/16)	limo grueso	limolita	argilita lutita pelita
0,0312 (1/32)	limo medio		
0,0156 (1/64)	limo fino		
0,0078 (1/128)	limo muy fino		
0,0039 (1/256)	arcilla	arcillita	

Fig. II.2.5. Clasificación granulométrica de la rocas sedimentarias y sedimentos detríticos según Adams *et al.* (1990, tabla 1).



- ROCAS METAMÓRFICAS

Para la identificación de ítems fabricados a partir de rocas metamórficas, se han utilizado las descripciones propuestas por Yardley *et al.* (1997). Los ejemplares de este grupo se reducen a las cuarcitas (n=20; 2%) (metamorfismo a partir de arenas cuarzosa) y los mármoles (n=5; 0,5%) (metamorfismo sobre caliza).

- ROCAS ÍGNEAS

La clasificación del grupo de rocas ígneas<sup>6</sup> identificadas a nivel macroscópico se ha regido por la identificación de sus componentes minerales principales y la talla de sus granos. En la tabla de la fig. II.2.6., se resumen las propiedades texturales y mineralógicas que pueden ser utilizadas para una primera clasificación macroscópica de este gran conjunto de rocas. Exceptuando el grupo de los basaltos (ver *infra*), la clasificación se ha realizado principalmente a partir de la composición relativa de elementos oscuros observables sobre las rocas. La mayor o menor presencia de elementos oscuros está relacionada con el porcentaje relativo de cuarzo presente en la composición de la roca, lo cual es indicativo del tipo de roca ígnea al cual pertenece. Otros sistemas de clasificación pueden ser implementados mediante análisis por lámina delgada, como por ejemplo, el diagrama o triángulo doble de Streckeisen (ver en Anexo I), que tiene en cuenta la proporción de minerales de cuarzo (Q), feldespatos alcalinos (F.A.), plagioclasas (P) y feldespatoides (F).

Las rocas ígneas identificadas en el conjunto artefactual estudiado son el basalto, el gabro/dolerita, el granito, el pórfido, la pegmatita y un grupo de rocas ígneas intrusivas (Intrusiv. Indet.), las cuales no han podido ser determinadas a nivel de litología concreta.

Chemical Composition		Felsic (Granitic)	Intermediate (Andesitic)	Mafic (Basaltic)	Ultramafic
Dominant Minerals		Quartz Potassium feldspar Sodium-rich plagioclase feldspar	Amphibole Sodium- and calcium-rich plagioclase feldspar	Pyroxene Calcium-rich plagioclase feldspar	Olivine Pyroxene
Accessory Minerals		Amphibole Muscovite Biotite	Pyroxene Biotite	Amphibole Olivine	Calcium-rich plagioclase feldspar
TEXTURE	Phaneritic (coarse-grained)	<b>Granite</b>	<b>Diorite</b>	<b>Gabbro</b>	<b>Peridotite</b>
	Aphanitic (fine-grained)	<b>Rhyolite</b>	<b>Andesite</b>	<b>Basalt</b>	<b>Komatiite (rare)</b>
	Porphyritic	"Porphyritic" precedes any of the above names whenever there are appreciable phenocrysts.			
	Glassy	Obsidian (compact glass) Pumice (frothy glass)			
	Pyroclastic (fragmental)	Tuff (fragments less than 2 mm) Volcanic Breccia (fragments greater than 2 mm)			
Rock Color (based on % of dark minerals)		0% to 25%	25% to 45%	45% to 85%	85% to 100%

© 2010 Tasa Graphic Arts, Inc.

Fig. II.2.6. Clasificación de rocas ígneas a partir de la composición mineral y la textura (fuente: [http://tasaclips.com/illustrations/Classification\\_of\\_igneous\\_rocks.jpg](http://tasaclips.com/illustrations/Classification_of_igneous_rocks.jpg))

<sup>6</sup> En el informe sobre caracterización petrográfica (Anexo 1) se incluye una descripción de las rocas ígneas según criterios de composición mineralógica, textura, porosidad, granularidad y cristalinidad.

Los basaltos

Como se ha indicado anteriormente, el basalto es la roca mejor representada entre los cuatro yacimientos estudiados. Por ese motivo, y por constituir la materia prima lítica en la que hemos centrado el programa experimental (cap. 3.2), se ha tratado de determinar el grado de variabilidad existente entre los ítems de basalto mediante la descripción de dos variables principales, la presencia de vesículas y la granulometría.

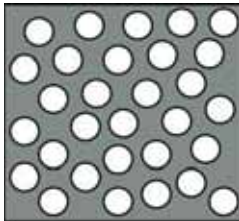
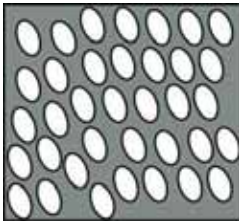
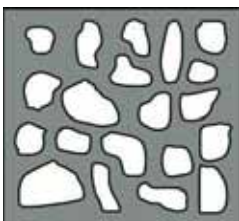
Grado de <i>vesicularidad</i>	BA V1: basalto con baja densidad vesicular	BA V2: facies de basalto con mayor densidad de vesículas que V1, pero que pueden desarrollar plataformas <i>intervesiculares</i> de homogeneización	BA V3: facies de basalto con mayor densidad y mayor tamaño de vesículas, de tal manera que la superficie activa del ítem no presenta apenas áreas de homogeneización <i>intervesiculares</i>
Morfología vesículas	Redondeada 	Lenticular 	Irregular 
Tamaño vesículas	Tamaño Min. (mm)		Tamaño Máx. (mm)

Fig. II.2.7. Tabla clasificatoria de los basaltos según grado de *vesicularidad*, morfología y tamaño medio de las vesículas.

- *Vesicularidad*. Las vesículas son cavidades existentes en las rocas volcánicas debido a la presencia de gases durante el enfriamiento del magma. La propuesta de clasificación a partir de tres grados de *vesicularidad* se ha regido, principalmente, por criterios que afectan a la funcionalidad de los artefactos y, en concreto, a la capacidad abrasiva de las superficies activas. Por este motivo, ante la variabilidad vesicular que pueda aparecer en las distintas partes de un mismo bloque de basalto<sup>7</sup>, se ha optado por describir principalmente el grado de *vesicularidad* observado en la superficie activa. Además, se ha registrado la morfología de las

<sup>7</sup> Los afloramientos de basalto en forma de coladas o bloques erráticos pueden llegar a presentar una alta variabilidad aunque éstos sean de pequeñas dimensiones. Por tanto, tal variabilidad también puede estar presente en un mismo bloque seleccionado para la confección de un instrumento de molienda o trituración.

vesículas y su tamaño (promedio entre las de menor y mayor tamaño existentes en un mismo ítem)<sup>8</sup>.

Una segunda escala de análisis mediante observación macroscópica y lupa de mano (20x) ha permitido definir las rocas basálticas a partir de su granulometría relativa (tabla II.2.8), incluyendo el tamaño relativo de los granos y la observación o no de fenocristales (cristales de talla grande envueltos de matriz cristalina).

<b>GRUPOS GRANULOMETRÍA BASALTO</b>	
<b>g1. Basalto compacto</b>	<b>g1.1</b> Matriz grano fino, sin vesículas y sin fenocristales observables
	<b>g1.1.1.</b> Matriz grano fino, sin vesículas y con fenocristales muy pequeños (1-0,5 mm)
	<b>g1.2.</b> Matriz grano fino, pocas vesículas pequeñas (micro-vesicular) y sin fenocristales
	<b>g1.2.1.</b> Matriz grano fino, muchas vesículas pequeñas y pequeños fenocristales
	<b>g1.3.</b> Matriz grano fino, sin vesículas y con fenocristales medianos/grandes (negros y blancos, 1-4mm)
	<b>g1.4.</b> Matriz grano medio-grueso (c.0,5mm), sin vesículas y frecuentes fenocristales negros y blancos brillantes grandes (2-5mm). Casi no se observa la matriz, casi todos los componentes observables son fenocristales grandes
	<b>g1.4.1.</b> Matriz grano grueso, sin vesículas y fenocristales pequeños/medianos (1-3mm)
<b>g2. Basalto vesicular</b>	<b>g2.1.</b> Matriz grano fino y sin fenocristales
	<b>g2.2.</b> Matriz grano fino y fenocristales pequeños-medianos (1-4mm)
	<b>g2.2.1.</b> Matriz grano fino y fenocristales pequeños (c.1 mm)
	<b>g2.2.2.</b> Matriz grano fino y fenocristales muy pequeños (<0,5mm)
	<b>g2.3.</b> Matriz grano grueso y con fenocristales pequeños (c.1 mm)
	<b>g2.4.</b> Matriz grano grueso, fenocristales medianos y textura desmenuzable

Fig. II.2.8. Tabla clasificatoria de los basaltos según grado de granulometría.

Finalmente, un conjunto de 32 muestras ha sido analizado por lámina delgada para una caracterización petrográfica más detallada (ver cap. 3.1 y Anexo 1), siguiendo la terminología de Mackenzie *et al.* (1982).

<sup>8</sup> En su tesis doctoral, Wright (1992:115) también realiza una clasificación de los basaltos en función de su grado de *vesicularidad* (*vesicularity*). Sin embargo, no hemos podido aplicar los mismos criterios de distinción que la autora ya que ni el tamaño de las vesículas (+/- 10mm) ni el espacio *intervesicular* (+/- 10-15mm) que ella describe para su base de datos corresponde con nuestro caso de estudio. Por este motivo, hemos optado por proponer unos nuevos baremos adecuados a nuestro conjunto artefactual (fig.II.2.7).

### Otras variables relativas a la materia prima: Tamaño y tipo de soporte

En el sistema de registro, se han incorporado dos campos esenciales de descripción vinculados con el **tamaño y el tipo de soporte inicial** de materia prima del ítem. Con respecto al tamaño, distinguiremos como Wright (1992) entre *Pebble* (diámetro entre 4-64 mm), *Cobble* (64-256mm) y *Boulder* (>256mm). Sobre el tipo de soporte, las dos categorías principales son **Canto de río** (asociado a depósitos secundarios) y **bloque o losa** (vinculados con afloramientos de roca de tipo primario). La determinación del tipo de soporte está estrechamente ligada al proceso de manufactura y a la modificación paulatina que los soportes experimentan a través de la fabricación y uso de los propios útiles. Por ese motivo, se trata de una distinción que en cierta medida debe realizarse en una segunda etapa del análisis, evaluando el conjunto de materiales de manera colectiva para poder determinar si, debido al grado de modificación de los ítems, es posible distinguir entre ambas categorías de soporte.

### Técnicas de análisis en las prospecciones en afloramientos de materias primas líticas

En las prospecciones sobre el terreno, se implementaron los métodos de muestreo a partir de una cinta de 10 metros con el objetivo de caracterizar la variabilidad de los depósitos materiales analizados en cada una de las zonas prospectadas. Desgraciadamente, la baja cantidad de cantos que se correspondieron con las litologías documentadas en los yacimientos (basaltos, rocas ígneas), hizo desestimar la implementación de tal método. De este modo, la caracterización se realizó mediante estimaciones porcentuales, ya que en ocasiones debían ser recorridos bastantes metros para poder identificar alguna de las litologías documentadas a nivel arqueológico. Por otro lado, las transformaciones antrópicas que ha sufrido la zona de estudio (concretamente, la construcción de presas hidráulicas, ver *infra* cap. 3.1) también ha obligado a trabajar a nivel de presencia/ausencia de ciertas materias primas en cada enclave prospectado como vía para abordar la problemática.

## 2.3. Análisis de las técnicas de fabricación de los útiles

### 2.3.1. El análisis tecnológico en los trabajos precedentes sobre útiles de molienda y trituración

El conocimiento sobre los procesos de manufactura del instrumental de molienda y trituración en contextos arqueológicos mediante evidencias directas es, hasta el momento, restringido ya que, a diferencia de la industria lítica tallada, resulta difícil documentar arqueológicamente las áreas de producción de estos útiles debido a la ausencia de restos de manufactura. Sin embargo, esta falta en el registro arqueológico ha sido completada por los trabajos etnográficos sobre la elaboración de este utillaje principalmente procedentes del Nuevo Mundo (Hayden 1987; Wilke & Quintero 1996; Schneider 1996, entre otros), y también de África (ver referencias en David 1996; Hamon 2013). En estos estudios se han podido detallar y describir las secuencias técnicas de selección de la materia prima, y el proceso de manufactura, sobre todo de útiles de molienda en canteras y áreas de abastecimiento de bloques líticos.

Desde el punto de vista de los estudios tecnológicos sobre industria lítica, el trabajo de Wright (1991, 1992a, 1992b) adopta la terminología de la industria lítica tallada (Tixier 1974; Bordes 1968, citados por Wright 1992a) para analizar el proceso de reducción de los instrumentos macrolíticos. Si bien la intención de crear un sistema de análisis estandarizado merece una atención destacada, la complejidad de su aplicación a un conjunto macrolítico de naturaleza arqueológica se debe principalmente al grado de modificación que han podido sufrir los útiles a lo largo de sus ciclos de uso, y a determinadas carencias en el registro artefactual. Es decir, para detectar muchas de las secuencias que describe Wright (1992a:122-136), por ejemplo la preparación de preformas (*Secondary Reduction*), deberíamos disponer de restos de fabricación (lascas), errores de producción tipo fragmentos de preformas de útiles, etc., aspecto que no ocurre en la gran mayoría de yacimientos neolíticos del Próximo Oriente. Por otra parte, cabe recordar que el sistema de análisis de Wright está diseñado para ser utilizado no sólo para la manufactura del instrumental de molienda y trituración, sino para todo tipo de objetos en los que la abrasión ha jugado un papel relevante, como en las hachas y cinceles, pulidores con ranura, percutores, vasos, piedras perforadas, etc. Por lo cual, la complejidad de alguna de las variables a analizar descritas por Wright puede ser obviada en el estudio de un solo grupo de útiles como los de molienda y trituración.

Otro campo de análisis se ha desarrollado en torno a la experimentación como método para identificar las secuencias de manufactura de los útiles de molienda y trituración. Los programas experimentales realizados hasta los años 80 fueron poco sistemáticos (Hersch 1981:354-386; Runnels 1981:249-523), y posteriormente se centraron en reproducir las formas y los contactos entre rocas identificadas en un determinado contexto arqueológico (por ej. Procopiou 1998:71-78; Dubreuil 2002:153-166; Hamon 2006:76-80; Delgado 2009:146-147).

En términos generales, el proceso de fabricación de un útil de molienda o trituración puede presentar diversos grados de complejidad:

- Desde la **ausencia total de preparación del bloque original** previo al uso (por ej., cantos de río sin configuración que son utilizados para percudir, abrasar, etc.);

- La configuración sólo de la **parte activa del útil** (modificando la morfología y/o las propiedades superficiales, como por ej. el piqueteado (percusión directa) para aumentar su capacidad abrasiva, o la talla para habilitar una superficie cóncava);
- La configuración de la cara activa y también de **otras partes anatómicas del útil** (el reverso y/o el contorno para facilitar el manejo o la prensión del útil, y la base para conseguir estabilidad). Uno de los ejemplos más completos de este tipo de producción es descrito por Hayden (1987) en un contexto etnoarqueológico (Guatemala), ampliamente utilizado por la investigación posterior como modelo de secuencia técnica de producción de molinos y moletas.

A diferencia de la industria lítica tallada, en pocos yacimientos del Próximo Oriente se han recuperado los residuos de fabricación de los instrumentos de molienda y trituración. En este sentido, destaca a modo de excepción el yacimiento PPNB antiguo y medio de Jilat 7, en Jordania (Wright 1993; 2009), donde aparecieron restos de manufactura o de mantenimiento de los útiles en forma de lascas de basalto<sup>9</sup>. Una situación similar es destacada por Procopiou (1998: 69-70) en el contexto de la Edad del Bronce en Creta, donde tampoco se localizan con claridad las áreas de manufactura del instrumental de molienda. Tal recurrencia puede deberse a varias razones:

- a) Los útiles no fueron fabricados en el asentamiento, o al menos no en las áreas excavadas y documentadas a nivel arqueológico. Datos etnográficos apuntan a que los primeros estadios de manufactura (incluso la mayor parte del proceso) tuvieron lugar en los mismos puntos de adquisición de la materia prima (ejs. en Hayden 1987; Schneider 1996; Wilke & Quintero 1996)*
- b) Los restos de fabricación fueron reciclados para otras funciones (material constructivo, fabricación de otros objetos) o no fueron depositados en los contextos arqueológicos excavados hasta el momento*
- c) La ausencia de estos materiales puede deberse a su no recuperación durante la excavación, por dificultad en su identificación, situación en zonas de desecho o debido a los objetivos previos de la excavación, etc.*

En relación al tercero de estos casos, cabe destacar la excavación del yacimiento Ain Mallaha, donde un 68% de los 1715 objetos de basalto recuperados en los niveles del Natufiense final correspondieron a fragmentos de bloques y cantos enteros que no presentaban señal alguna de transformación o de uso (Dubreuil, 2002:335). Aunque buena parte de este importante conjunto no fuesen restos del proceso de fabricación de útiles macrolíticos (Dubreuil identifica sólo 49 lascas de talla entre ellos), al menos constituye un posible ejemplo de los resultados diferenciales que se pueden obtener cuando se aplican sistemas de recogida de materiales arqueológicos más estrictos (recogida de todos los ítems líticos, tamizado, revisión del residuo seco de la flotación, etc.).

---

<sup>9</sup> Otra excepción en un área relativamente cercana a nuestra zona de estudio, la costa mediterránea del NE de Turquía, donde se documentó una cantera de molinos de andesita y traquiandesita en el yacimiento de Coskuntepe (Takaoglu 2005), fechado en el Neolítico antiguo a partir de los conjuntos cerámicos recuperados en el yacimiento.

Por último, cabe destacar la importancia de la materia prima en el proceso de producción de los artefactos. El comportamiento de las rocas durante la elaboración de los útiles (talla, piqueteado, abrasión, etc.), así como su comportamiento durante el uso del artefacto (eficacia, desgaste de la roca, contaminación del producto) son factores que determinan la elección de la materia prima, y se relacionan directamente con las características mecánicas de las rocas (dureza, tenacidad, rugosidad)(Procopiou 1998:25-26).

Respecto a los morteros, los trabajos dedicados a esta categoría de útiles son todavía muy reducidos en la bibliografía general. Por su parte, el estudio de los artefactos de trituración de la fase neopalacial de la Creta minoica (Edad del Bronce) señaló diferencias en la elaboración de los dos tipos principales descritos por Procopiou (1998:93). Los morteros con una concavidad poco profunda (tipo 1) (ver *infra* apartado 2.4) y con superficies regularizadas por piqueteado (eliminación de micro-lascas mediante percusión directa con un percutor duro), se elaboran a partir de calizas de grano fino o de gres. En cambio, los morteros de concavidad profunda (tipo 2) y caliza heterogéneas y de grano grueso (por ej. microesparita) presentan una pared externa natural o ligeramente regularizada mediante talla, una base tallada y piqueteada para asegurar la estabilidad del útil, mientras que la creación de la concavidad<sup>10</sup> central se realiza a través de percusión indirecta, percusión directa y algún ejemplar también mediante abrasión.

En su estudio sobre la vajilla de piedra de varios yacimientos precerámicos del Próximo Oriente (incluyendo Jerf el Ahmar, Mureybet y Tell Aswad), M. Lebreton (2003:64) distingue entre rocas duras y rocas blandas, debido a que su dureza influye en su aptitud para la talla, es decir, en el proceso de manufactura del artefacto. De este modo, la autora identifica secuencias técnicas de elaboración diferentes en las dos categorías de rocas (Lebreton 2003: esquema 4), destacando entre ellas el tratamiento diferencial que reciben las paredes externas e internas de los artefactos.



Fig.II.3.1. Secuencia experimental de manufactura de morteros y cúpulas. En primer lugar se rebaja una ranura circular a través de un piqueteado intensivo, y en segundo lugar se extrae la porción central mediante percusión indirecta (Schneider/Osbourne 1996, fig.8)

---

<sup>10</sup> Si bien la broca ya se documenta en la fabricación de vasos de piedra en el contexto minoico (Morero 2009), según Procopiou (1998) esta técnica no parece intervenir en el proceso de manufactura de los morteros. Otros ejemplos neolíticos como el bol en basalto de Tell Abr (Yartah 2004, fig.5, a partir de Morero 2009:155), presentan estrías horizontales de profundidad y trayectoria muy irregular, lo que indicaría el resultado posiblemente de un proceso de raspado circular operado con la mano.

Finalmente, otros estudios arqueológicos y experimentales sobre producción de morteros móviles y de recipientes en el desierto de California (Schneider & Osborne 1996) apuntan hacia una combinación técnica entre el piqueteado y la talla para la manufactura de las concavidades de los artefactos. En primer lugar se rebaja un surco circular mediante piqueteado que permite generar lo que posteriormente será el borde del útil, y en segundo lugar, se elimina la parte central restante mediante talla por percusión indirecta utilizando un pico (Fig.II.3.1).

El problema en la identificación de estas técnicas de manufactura en los morteros son las trazas de uso sobre los propios útiles, ya que, en la mayoría de los casos se eliminan las trazas de manufactura que pudieran haber existido previamente.

### **2.3.2. Propuesta de análisis tecnológico de los útiles estudiados**

Como se irá detallando en el cap. 3, los yacimientos estudiados en este trabajo presentan las mismas carencias en lo que concierne a la recuperación de los restos de fabricación de los útiles. Por este motivo, nuestra atención se ha centrado en el análisis de las evidencias de fabricación detectadas sobre los propios instrumentos macrolíticos, es decir, las trazas de manufactura.

En nuestro caso de estudio (los conjuntos artefactuales neolíticos de Tell Aswad, Tell Halula y Jerf el Ahmar), el análisis preliminar del material ha permitido concretar la secuencia técnica de producción de útiles en las siguientes fases:

**1. En primer lugar, la adquisición de la materia prima.** En el contexto en el que nos encontramos y por el tipo de útiles estudiados, proponemos dos posibles estrategias de abastecimiento de materia prima:

- La explotación directa de bloques erosionados procedentes de afloramientos primarios o la posible extracción directa en tales afloramientos mediante técnicas diversas.

- La explotación de fuentes secundarias de tipo fluvial: recogida de cantos de río en afluentes (*wadis*) y en ríos.

**2. En segundo lugar, la manufactura** comprende las etapas de **formatización y finalización del tratamiento de las superficies del útil**. La **formatización** es entendida como el proceso en el cual se rectifica el perfil del bloque original mediante la extracción de pequeñas masas líticas (talla y piqueteado) y la regularización de las aristas producidas durante el primer desbastado (piqueteado y abrasión). El proceso de **finalización** se lleva a cabo a través de abrasión y/o pulido de las superficies para obtener un acabado específico en cada una de las partes del útil.

#### *Manufactura de molinos, moletas y pilones*

En este apartado del análisis se produce una especial divergencia entre los términos técnicos utilizados para designar el proceso de reducción y configuración de la superficie macrolítica. Diversos autores emplean los términos de *bouchardage* (que indicaría el uso de una bujarda o escoda) y *martelage* (martilleado, ver discusión en Hamon 2006:29), para las fases iniciales de extracción de partículas pequeñas de materia mediante percusión lanzada. El término bujarda



designa un útil de percusión con cara activa de sección biselada o triedro (Procopiou 1998), y normalmente se vincula con útiles metálicos. En nuestro caso, optamos por designar a esta primera etapa de configuración como un **piqueteado inicial**<sup>11</sup>, el cual puede ser más o menos intenso pero nunca se realiza con otro útil que no sea un percutor macrolítico<sup>12</sup>.

Sin embargo, como es sabido, el piqueteado inicial que dota a la superficie activa del molino de una morfología aplanada y una textura rugosa, abrasiva y apta para la molienda va sufriendo un desgaste a través del uso, de tal manera que la convierte en una superficie cada vez más alisada. En ese momento se llevan a cabo las tareas de **reavivado** y mantenimiento de la superficie para regenerar las cualidades mecánicas que el piqueteado inicial produjo. En este sentido, resulta difícil de distinguir el piqueteado inicial de la cara activa del piqueteado posterior producido por los episodios de reavivado. H. Procopiou (1998:79) propone algunos criterios que pueden llegar a diferenciar ambas secuencias. Durante el reavivado suele renovarse una parte de la superficie activa, por lo que otras zonas no son atendidas y permanecen alisadas, sobre todo los contornos. En determinados casos, cuando la cara activa es cóncava, tal concavidad se ha producido a causa del uso del útil; en tales ocasiones, aunque la totalidad de la superficie activa presente trazas de piqueteado, el desgaste de la roca sugiere que otras secuencias de piqueteado debieron preceder a la que se observa actualmente.

Respecto a la preparación del reverso (en el caso de los útiles superiores, moletas) o bases (para los útiles inferiores, molinos), esta secuencia puede responder a diversas cuestiones. En el caso de los molinos, la preparación de la base nos informa sobre el modo de funcionamiento y sobre su ubicación de trabajo (en el suelo, con falcas, etc.), ya que la base es la parte anatómica que permitirá conseguir la estabilidad necesaria para llevar a cabo el trabajo de molienda. En cambio, para las moletas, la preparación del reverso o zona de presión nos indica el grado de adaptación de la forma y de la superficie para su función como útil de molienda superior. En los casos en los que se han utilizado cantos de río con formas plano-convexas y superficies alisadas por la erosión natural pueden no requerir ninguna manufactura aparente. En otros casos, las trazas indican una manufactura para adaptar el canto a su utilización como moleta.

La preparación de los contornos de los molinos también responde a cuestiones tipológico-funcionales (molinos de vaivén, molinos circulares). En cambio, los contornos de las moletas, en los casos en los que estos son modificados, se trata de una acción de regularización del perfil del útil más bien dirigida a facilitar su manejo, de la misma forma que ocurre con el reverso de las moletas. Finalmente, el proceso de finalización de las superficies de los artefactos responde a cuestiones técnicas (mejor presión, estabilidad) y se vinculan a un mayor grado de inversión en la tecnología de molienda y trituración por parte de las comunidades estudiadas.

---

<sup>11</sup> Procopiou (1998:79) utiliza en este sentido los mismos términos de *piqueteado inicial* para designar el primer proceso de preparación de la superficie activa, y, el *piqueteado/reavivado*, para referirse a los posteriores episodios de mantenimiento de la superficie activa.

<sup>12</sup> El caso de Tell Arqa, yacimiento de la Edad del Bronce incluido en el análisis como contexto de comparación, puede resultar una excepción ya que los útiles metálicos pudieron haber intervenido en el proceso de fabricación de molinos y morteros.

En nuestro caso de estudio, el análisis de los materiales incluye el registro de macro-trazas de fabricación que permiten proponer, en cada uno de los contextos arqueológicos tratados, el grado de elaboración que presentan los útiles de molienda y trituración. Las categorías correspondientes a las secuencias técnicas de fabricación de útiles observadas se presentan en la fig.II.3.2.

TRAZAS DE MANUFACTURA							
Grado	Secuencias técnicas	Trazas contorno		Trazas reverso		Trazas cara activa	
		N	%	N	%	N	%
0	<i>Sin modificar</i>						
1	<i>Talla</i>						
	<i>Piqueteado</i>						
	<i>Abrasion</i>						
2	<i>Piquet+Abrasion</i>						
	<i>Talla+Piqueteado</i>						
3	<i>Talla+Piquet+Abra</i>						
	<i>Pulido</i>						
	<i>Imperceptible</i>						
	<i>Indeterminado</i>						
	<i>2° cara activa opuesta</i>						
	<i>Total</i>						

Fig. II.3.2. Tabla con el registro de las trazas de manufactura observados sobre la superficies de los útiles.

De esta forma, nos hemos basado en una primera hipótesis interpretativa en base a una clasificación ascendente de cuatro grados de elaboración, los cuales se relacionan con la inversión de trabajo en la preparación del reverso del ítem y de su contorno. La asociación de una, dos y tres secuencias de modificación (talla, piqueteado, abrasión) del contorno y del reverso constituyen la evidencia empírica que nos permitirá valorar el grado de transformación del soporte para confeccionar un útil.

#### *Manufactura de morteros*

El análisis de los morteros se ha realizado con el mismo sistema de descripción que el descrito en la fig.II.3.2., a pesar de que al iniciar el proceso de análisis de los materiales se trató de atender con mayor precisión a las trazas de manufactura del interior del artefacto (concavidad). La posibilidad de poder identificar las técnicas de manufactura de estos artefactos, y tomando como referencia la tabla de trazas y su descripción presentada por Morero (2009:231, tabla 2.1) para el estudio de los vasos de piedra, en nuestro caso se elaboró una nueva lista de trazas en los morteros incluyendo las de raspado (estrías profundas, gruesas e irregulares), perforación (estrías finas, regulares y concéntricas), negativos de talla, trazas de piqueteado, abrasión y pulido. Finalmente, el conjunto artefactual analizado redujo el referencial traceológico a las huellas de talla, piqueteado y abrasión, y la presencia de trazas lineales.

## 2.4. Análisis morfo-métrico y tipológico

### 2.4.1. El análisis de las formas: Los sistemas de clasificación de instrumentos de molienda y trituración

La necesidad de **organizar para interpretar el registro artefactual** ha generado un voluminoso conjunto de **sistemas de clasificación de los ítems de molienda y trituración**. Las variables que mayor atención han captado se corresponden con las formas en sección de los instrumentos, y con el modo en el que estos son utilizados a partir de la caracterización de las caras activas. En este sentido, cabe recordar que la acción de molienda se basa en la fricción generada entre dos instrumentos en funcionamiento recíproco (moleta sobre molino), de manera que debe existir una correspondencia morfométrica óptima entre ambos útiles para que el proceso de molienda resulte exitoso. En el caso de morteros y pilones, la relación morfométrica también debe mantener una determinada correspondencia para poder funcionar conjuntamente de una forma correcta.

#### *Sistemas de clasificación*

En general, los sistemas de clasificación de los útiles de molienda y trituración llevados a cabo en inventarios y publicaciones de yacimientos (tipo monografías) suelen desarrollar sistemas de registro basados en descripciones de la morfología y la métrica de los ítems. Por otro lado, la terminología utilizada para referirse a ambos equipos de trabajo, sobre todo en el caso del equipo de molienda, ha generado una problemática multitud de términos variables (ver discusión en Lidström 1998, y Hamon 2008). En este trabajo nos referimos a la parte inferior y estática del equipo de molienda como *molino*, y la parte superior y móvil del mismo como *moleta*.

Dubreuil (2002:77) destaca dos características inherentes a este tipo de utillaje las cuales dificultan el establecimiento de los habituales sistemas de clasificación tipológica desarrollados en Prehistoria. En primer lugar, la propia noción de útil, que en el caso del utillaje de molienda en sociedades pre-agrícolas, como el Natufiense, corresponde en ocasiones a útiles denominados *a posteriori* (sin formatización previa al uso). Esta recurrencia supone que la diversidad de formas existente responde más bien a los modos de explotación de las rocas y de sus morfologías iniciales y no tanto a la manufactura de útiles con una forma predeterminada. En segundo lugar, debe tenerse en cuenta la propia evolución de la morfología del útil en el transcurso de su utilización ligado al desgaste por el uso, a los procesos de reavivado y a los posibles episodios de reutilización. Por tanto, ciertas variaciones morfológicas no deben relacionarse con la presencia de útiles diferentes.

A nivel general, se pueden establecer dos corrientes principales entre los sistemas de clasificación de los útiles:

a) Siguiendo un **enfoque esencialmente tecnológico y formal**, considerando el útil como el resultado de una etapa en una secuencia general de “reducción” tal como propuso

Wright (1992<sup>13</sup>). A nivel de concepción metodológica, este enfoque no difiere del sistema de análisis de la industria lítica tallada. Otras propuestas de tipologías creadas a partir de conjuntos macrolíticos concretos, como por ejemplo Solecki (1969), Mazurowski (1997) y Eitam (2009) en el contexto del Próximo Oriente, y Verbaas & Van Gijn (2007) en el contexto del neolítico centroeuropeo (grupo cultural LBK), también se basan esencialmente en la descripción morfo-métrica.

La aplicación de la tipología de Wright (1992) sobre conjuntos artefactuales arqueológicos levantinos plantea diversos problemas. Por un lado, la fragmentación habitual de este tipo de utillaje tal y como veremos en el capítulo 3.3, impide poder clasificar una gran cantidad de ítems<sup>14</sup> según los criterios morfológicos de Wright. Por otra parte, la multiplicidad de tipos dentro de cada categoría de útil (14 tipos de molinos; 40 tipos de moletas, ver fig.II.4.1) diseñados por la autora provoca serias dificultades a la hora de clasificar del utillaje, ya que resulta evidente que en muchos casos, la morfología general del artefacto es tributaria del bloque de materia prima, así como del uso más o menos intenso, variable y prolongado que ha recibido el útil.



Fig.II.4.1. Tipología de molinos y moletas según Wright (1992, fig.4 y 6)

b) A partir del principio de **relación entre la morfología del útil y su funcionamiento**, existe otra perspectiva metodológica por la que pueden ser adoptados criterios morfológicos considerados pertinentes desde el punto de vista funcional. Esta tendencia tendría dos grandes focos de origen: por una parte, la escuela americana y su vinculación con los estudios etnográficos a través de los cuales se obtienen gran parte del bagaje conceptual e interpretativo para analizar el registro arqueológico (Kraybill 1977; Riddell & Pritchard 1971; Voight 1983; Adams 1988, 1999). En segundo lugar, la herencia de los trabajos de Leroi-Gourhan (1971) en la escuela francesa de arqueología (Nierle 1983, 2008; de Beune 1989, 2004; Dubreuil 2002; Hamon 2006; Stroulia 2010), y que se basa en su clasificación de los gestos de percusión para analizar los artefactos de molienda y trituración arqueológicos (Fig.II.4.2).

<sup>13</sup> K. Wright (1992) defiende que las variaciones de tipo funcional o estilístico en los conjuntos macrolíticos serán mejor comprendidos si los criterios tecnológicos son analizados en primer lugar. Por otro parte, la autora sostiene que la identificación funcional concreta de los artefactos requiere de análisis de residuos o análisis traceológicos.

<sup>14</sup> Dubreuil (2002) destaca este tipo de problemas al tratar de clasificar el material natufiense de Hayonim y Mallaha según la tipología de Wright (1992).

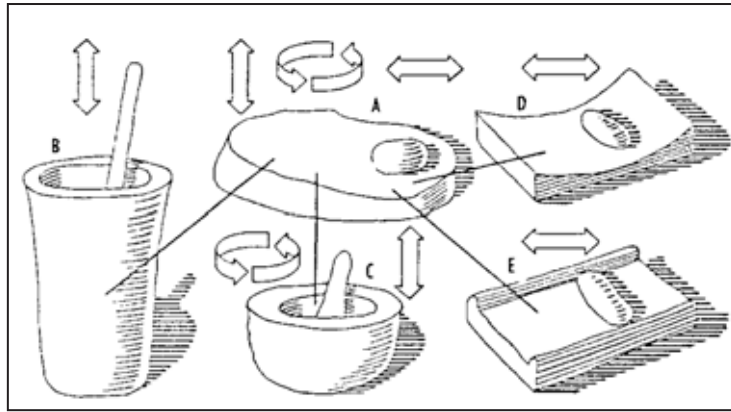


Fig. II.4.2. Gestos técnicos utilizados en los implementos de molienda y trituración manuales: A, *pounder-rubber, free motion*; B, *tall mortar, up-and down motion*; C, *shallow mortar, rotary motion with some pounding*; D and E, *saddle/quern/metate form, back-and-forth motion, showing two ways of channeling this motion (by curving the lower stone and by providing edges)* (Storck and Teague 1952:44, copyright 1952 by the University of Minnesota, renewed 1980). Extraído de de Beune 2004, fig.12.

Por otra parte, quedan propuestas diferentes como la de Procopiou (1998), quién elabora una tipología de molinos de la Edad del Bronce en Creta en base a criterios tecno-mofológicos y que le permite clasificar el utillaje de molienda en función de su grado de elaboración técnico. Procopiou considera la concavidad de la superficie activa como un producto del desgaste del útil<sup>15</sup>, y en ningún caso ésta puede ser una característica morfológica buscada en el proceso de manufactura.

Sin embargo, a pesar de las divergencias entre estas dos grandes corrientes, los trabajos más recientes sobre estudios macrolíticos han diseñado nuevas propuestas metodológicas tratando de reunir los aspectos más esenciales de ambos enfoques. Por una parte se han dedicado grandes esfuerzos en formalizar los criterios de clasificación de los útiles, los cuales separan las variables vinculadas al proceso de captación de la materia primera y a la fabricación de los artefactos, y las variables relacionadas con la vida de uso de los útiles. Por otra parte, la mayoría de trabajos actuales apuestan por un sistema de análisis funcional (Adams 2002; Procopiou 1998, Procopiou et al. 1998, 2002; Risch 2002; Dubreuil 2002; Hamon 2006; Verbaas y Van Gijn 2007; Delgado 2008; Donnart 2010, etc.) que permite ir más allá en la interpretación de los conjuntos artefactuales, incluyéndolos en la discusión general del estudio de las sociedades pasadas y en el papel de esta tecnología en los procesos de cambio socio-económico.

En definitiva, tras la revisión de los trabajos dedicados a diseñar tipologías para clasificar el utillaje de molienda y trituración, nos planteamos la cuestión sobre cuál es el objetivo a la hora de crear una tipología:

a) ¿identificar el diseño de diferentes tipos morfológicos de útiles durante el proceso de manufactura?

<sup>15</sup> En su propuesta tecno-morfológica, Procopiou (1998:111-112) considera que la morfología inicial de los molinos es de sección plana, mientras que el grado de concavidad que presenta el estado final del útil deriva de su desgaste provocado por el uso.

b) ¿Evaluar diferentes grados de inversión de trabajo en la manufactura de diferentes tipos de útiles?

c) ¿Identificar diferentes tipos morfológicos en base a su modo de funcionamiento?, y/o

d) ¿Identificar diferentes tipos morfológicos según las materias que han procesado?

La propuesta (a) resulta difícil de llevar a cabo debido a la influencia del bloque de materia prima en la morfología inicial del artefacto, así como la modificación constante del mismo durante el desgaste que experimenta a lo largo de la vida de uso. Por otro lado, la propuesta (d) ha quedado diversas veces invalidada a partir de estudios anteriores (ver en Wright 1992; Dubreuil 2002:92-100). De esta forma, nos centraremos en las propuestas tipológicas relacionadas con las preguntas (b) y (c) y en sus aplicaciones principales en el contexto del Próximo Oriente.

### *Clasificación tipológica de los útiles basada en los modos de funcionamiento*

Moritz (1958) ya destacó los diferentes perfiles morfológicos (*straight, concave, convex*) de las caras activas de los molinos<sup>16</sup> en su estudio sobre el utillaje de molienda en la antigüedad. Una perspectiva similar adopta el trabajo más reciente de Bombardieri (2010) sobre el utillaje de molienda en el Próximo Oriente desde el Neolítico hasta la Edad del Hierro. Pese a la revisión sesgada que realiza sobre los conjuntos artefactuales, muy reducida en cuanto a yacimientos analizados sobre todo en los periodos más antiguos (Neolítico y Calcolítico), este autor ofrece una visión general de las tipologías básicas de útiles de molienda y trituración halladas a lo largo de esta secuencia histórica prolongada del Próximo Oriente (Fig.II.4.3, última fila; II.4.5).

En un contexto arqueológico más concreto, los yacimientos neolíticos de Mureybet y Cheikh Hassan, Nierle (1983, 2008), propone una tipología básica de 8 tipos (útiles móviles y útiles estáticos, o como denomina la autora, percutores y repercutores, respectivamente) basada en los modos de percusión sobre la materia (Fig.II.4.3, primera fila; II.4.4c). Esta propuesta es adecuada a nivel práctico, sin embargo diferimos en lo concerniente al tipo denominado *molino-mortero*. Según Nierle, estos útiles ofrecen una utilización simultánea entre percusión apoyada<sup>17</sup> y percusión lanzada, sin embargo, cuando la percusión lanzada provoca la aparición de una cúpula o concavidad circular (utilizada como mortero) en el centro de la superficie de molienda, la superficie utilizada por percusión apoyada dejaría de ser operativa debido a la presencia del mortero central. Veremos ejemplos de este tipo de útiles compuestos en el capítulo 3.3.1.

Respecto al resto de propuestas aplicadas en otros contextos arqueológicos (Adams 1999; De Beune 2004; Zimmermann 1988, etc.) (fig. II.4.3, filas centrales; II.4.4a), estos se basan en una concepción similar sobre la relación entre morfología de las caras activas de ambos útiles de

---

<sup>16</sup> Moritz (1958) recogió la anterior hipótesis de Dörpfield (1902) sobre los 9 tipos teóricos de molinos hallados en Troya (citados en Bombardieri 2010).

<sup>17</sup> El término “posée” propuesto por Leroi-Gourhan (1971) para designar uno de los dos modos de percusión del útil contra la materia, ha sido traducido aquí por percusión *apoyada*, en contraposición al modo de percusión *lanzada*.

molienda y el gesto técnico implementado en su uso, por lo que será posible establecer comparaciones entre diversos estudios.

Autor y contexto	Gestos técnicos	Tipología de útiles
Nierle (1983, 2008) Estudio de los yacimientos levantinos de Mureybet y Cheikh Hassan datados entre el Natufiense-PPN.	Percusión oblicua apoyada alternativa	Molino y moleta
	Combinación de percusión oblicua apoyada alternativa + percusión perpendicular apoyada circular	Molino
		<i>Molette-broyeur</i>
	Percusión perpendicular apoyada circular	<i>Broyeur</i>
	Percusión perpendicular lanzada alternativa	Morteros
Pilones		
Combinación percusión perpendicular apoyada circular y percusión perpendicular lanzada alternativa	Molinos-mortero	
Adams (1999) Estudio arqueológico sobre asentamientos indígenas norteamericanos	Percusión apoyada libre	<i>Flat/concave metate/mano</i>
	Percusión apoyada circular/oval	<i>Basin metate/mano</i>
	Percusión recíproca o de vaivén	<i>Trough metate/mano</i>
De Beune (2004) Estudio diacrónico de varios contextos arqueológicos	Combinación de percusión lanzada difusa + percusión apoyada circular	Morteros y <i>grinder-pestle</i> (moleta-pilón)
		<i>Grinding slab &amp; grinder</i>
	Percusión apoyada difusa libre/circular	<i>Flat and oblong querns or grindstones</i> (ej. Abu Hureyra)
		<i>Large and sometimes open-ended quern</i> (ej. Mureybet), and <i>flat asymmetrical quern</i> (ej. Mallaha)
Percusión apoyada difusa vaivén	<i>Saddle-shaped querns (intentional concavity)</i>	
Zimmermann (1988); Risch (2002); Delgado (2008) Neolítico LBK y sociedades prehistóricas del SE peninsular	Percusión apoyada difusa recíproca. Tipos morfológicos (sección transversal-sección longitudinal):	<b>Tipo 1.</b> Molino y Moleta RT-RT
		<b>Tipo 2.</b> Molino CX-(A=RT) / (B=CV) Moleta (A=RT) / (B=CX) - CV
		<b>Tipo 3.</b> Molino CV-CV Moleta CX-CX
Bombardieri (2010) Estudio diacrónico de yacimientos Neolítico-Edad del Hierro en el Próximo Oriente	Percusión oblicua apoyada circular/libre	Molino <i>a macinello</i>
	Percusión oblicua apoyada vaivén	Molino <i>semplice</i>
	Percusión oblicua apoyada difusa (vaivén con palanca)	Molino <i>assiro a scanalatura</i>
	Percusión oblicua apoyada (vaivén semicircular con palanca)	Molino <i>di Olinto a tramoggia</i>
	Combinación de percusión apoyada difusa circular + Percusión lanzada perpendicular alternativa	Molino <i>a mortaio</i>

Fig. II.4.3. Ejemplos de tipologías de útiles de molienda y trituración en base a los modos de funcionamiento. Elaboración propia.

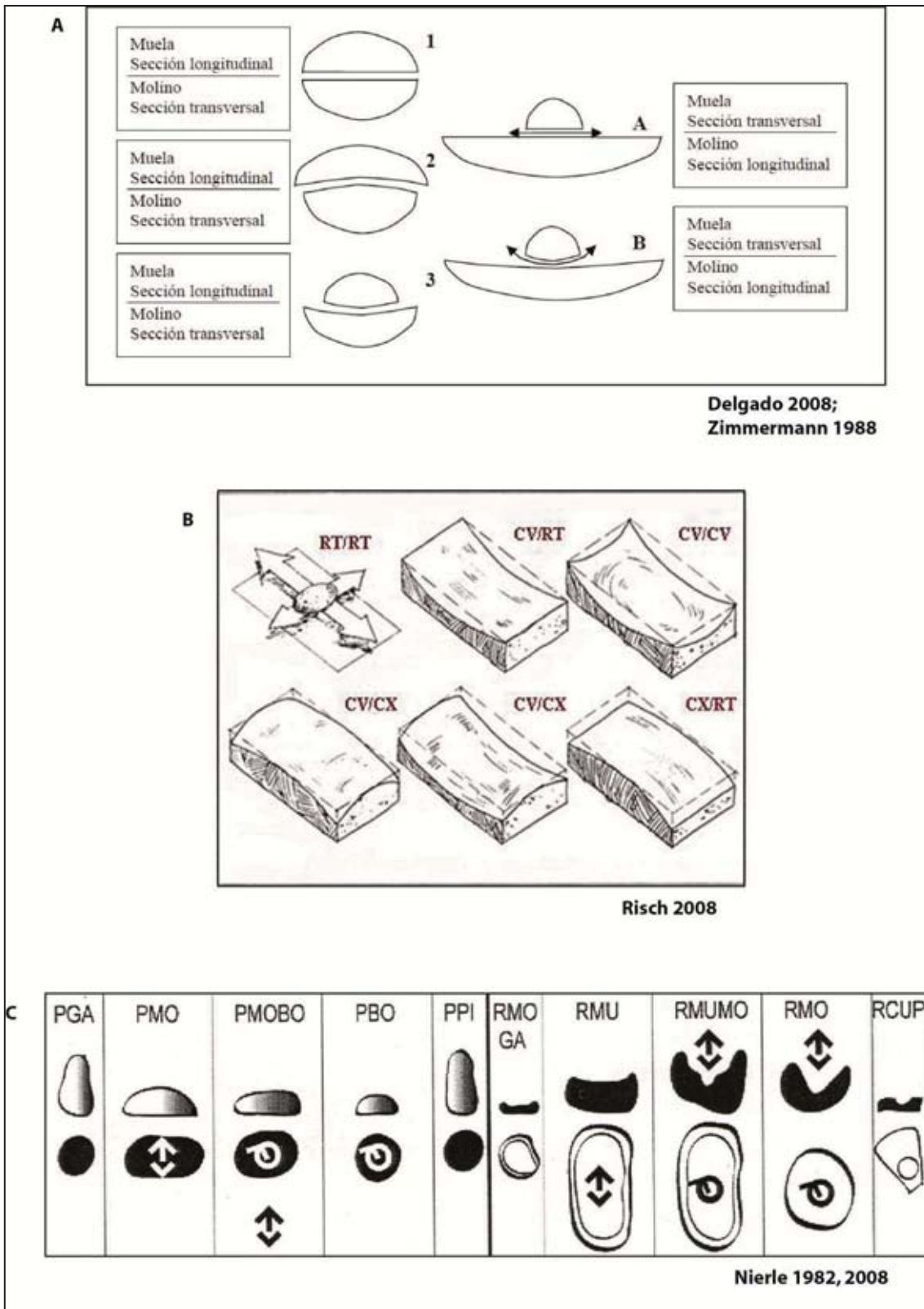


Fig. II.4.4. Propuestas tipológicas para el utillaje de molienda basadas en la morfología de las caras activas de los útiles y los gestos técnicos con los que son operados: a) Delgado (2008:315, fig.4.1.16, modificado a partir de Zimmermann 1988: Abb.37); b) Risch (2008); c) Nierle (1983, 2008, fig.1).



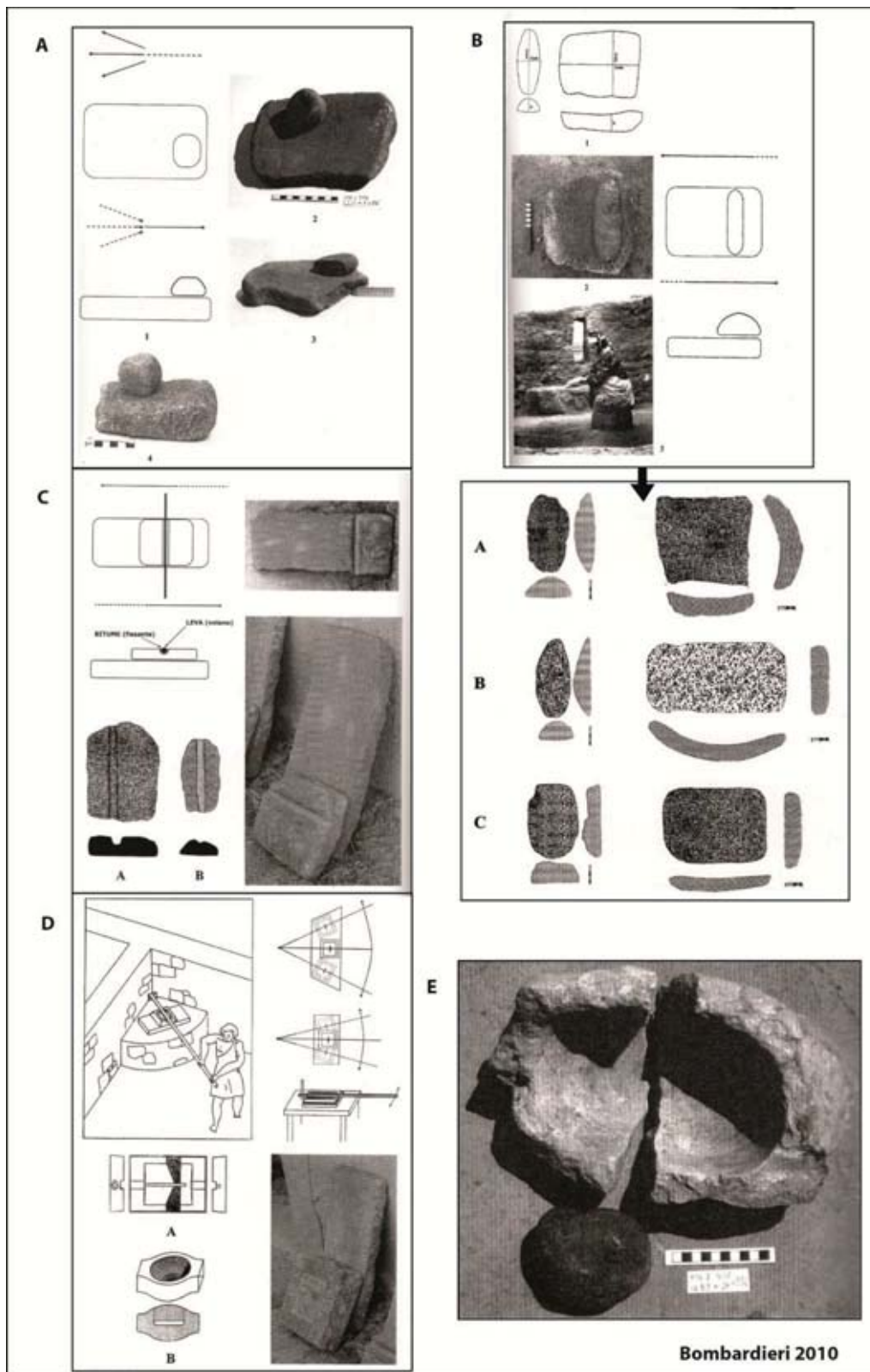


Fig.II.4.5. Tipología de molinos manuales y con palanca propuesta por Bombardieri (2010) para el contexto del Próximo Oriente antiguo: a) *mulino a macinello*; b) *mulino a macina semplice*, y las 3 variantes morfológicas que presenta; c) *mulino assiro a scanalatura*; d) *mulino a tramoggia o di Olinto*; e) *mulino a mortaio* (molino-mortero). Los tipos (a), (b) y (e) se documentan desde el periodo neolítico, mientras que el tipo (c) aparece a partir del siglo IX aC, y el tipo (d) a partir del siglo V aC.

Dubreuil (2002) se fundamenta en los principios de clasificación de Wright (1992), aunque trata de evitar las definiciones establecidas por Wright a partir de formas concretas, utilizando únicamente las categorías generales de útiles que le permiten analizar la posición del utillaje de molienda entre los conjuntos macrolíticos de Ain Mallaha, Hayonim Cave y Hayonim Terrace. Una vez distribuido el utillaje según categoría o tipo básico de útiles, Dubreuil analiza cada categoría de útil en su conjunto sin distinguir entre subtipos diferenciados. Este procedimiento analítico puede deberse al reducido número de efectivos registrados en cada categoría de útil tanto en Hayonim Cave, Hayonim Terrace y Mallaha (materiales procedentes de las excavaciones antiguas de Perrot). En el conjunto artefactual recuperado de los niveles del Natufiense Final de Mallaha (n=304), Dubreuil (2002:348-358) aplica la tipología de Wright basada en la morfología para clasificar las moletas, mientras que para el conjunto de molinos, Dubreuil (2002:366) tuvo que diseñar un ensayo de clasificación propio para caracterizar la variabilidad de útiles documentados en estos niveles previos al periodo Neolítico (Fig.II.4.6).

MALLAHA – MOLINOS DOCUMENTADOS EN EL NATUFIENSE FINAL					
Categorías tipológicas (Dubreuil 2002)	<i>Meules "classiques" à ensellure</i>	<i>Meule à deux surfaces d'usure</i>	<i>Petites meules rondes</i>	<i>Meules sur support modifiées</i>	<i>Meules de petites dimensions</i>
Propuesta de traducción:	Molinos "clásicos CV-CX"	Molinos con dos caras activas	Pequeños molinos redondos	Molinos con soporte poco modificado	Molinos de pequeñas dimensiones

Fig.II.4.6. Ensayo de clasificación de molinos para el Natufiense final de Mallaha (a partir de Dubreuil 2002: 366, tabla 88).

### *Clasificación tipológica basada en el grado de elaboración de los útiles*

La estrategia de Procopiou (1998:111) se basa en el establecimiento de unos criterios determinados que le permiten identificar tipos funcionales diferentes según el grado de elaboración de los molinos. De esta forma, la autora establece un primer nivel de clasificación morfológica lo más simplificado posible a partir de formas geométricas básicas (contorno del molino, forma de la base/reverso). Sin embargo, la lectura de los estigmas técnicos sobre los molinos le ha permitido crear un segundo nivel de clasificación basado en el grado de transformación de los bloques (base natural, regularizada o totalmente transformada), lo cual constituye tras el análisis un criterio crono-cultural pertinente. De esta forma, no es solo la forma del útil sino también su elaboración lo que permite observar tendencias propias en un contexto cronológico o local. Es importante definir que la elaboración se evalúa según la intensidad, la naturaleza y la disposición de acciones técnicas que transforman la forma del útil a partir de la morfología natural del bloque.

Para el caso de los morteros, los criterios de clasificación propuestos por Procopiou (1998:118) se fundamentan, al contrario que con los molinos, en la morfometría de las caras activas. La autora considera que se trata de un criterio pertinente de clasificación, ya que la forma constituye el producto buscado a través del proceso de fabricación. Los criterios en esta clasificación de morteros serán, por tanto, la morfología y las dimensiones de la cara activa, también denominada **concauidad del útil**:

- **Tipo 1**, morteros con **concauidad poco profunda** (diám. medio 10cm, prof.2-4cm);

- **Tipo 2**, morteros con **concauidad profunda** (diám. irregular, 30-35cm, prof. 10-25cm).
- Un caso particular, el **molino/mortero** (morfometría similar al tipo 1, pero con la presencia de una superficie de molienda reconocida a partir del alisado).

Esta clasificación morfométrica de los morteros tendrá su repercusión en la caracterización funcional del útil. Procopiou (1998) observa que la creación por percusión de una superficie de trabajo poco profunda y regular en los morteros conviene que se realice con un útil destinado a triturar y a pulverizar mediante abrasión y percusión lanzada. Para los morteros con concauidad profunda, la irregularidad de la superficie de las cavidades revela que estos morteros no son más que los soportes de una actividad, y no se comportan como actores directos. La percusión será lanzada y la transformación de la materia trabajada (por ej. granos para descascarillar) se efectúa gracias a un frotamiento entre la materia trabajada y la pieza activa. El mortero no juega más que un rol de soporte o de receptáculo de esta actividad.

Para finalizar este apartado sobre tipología y análisis morfométrico en estudios precedentes, hace falta destacar que desde la perspectiva adoptada en el presente trabajo, concluimos en que un análisis morfométrico permite, en primera instancia, proponer tendencias funcionales generales (en relación a los gestos técnicos) a partir de referentes previos (etnografía, comparación entre conjuntos arqueológicos, etc.). Sin embargo, no será hasta que se realice el análisis de las superficies de desgaste combinando diferentes escalas de observación, a medida que sea posible y realizando también análisis de residuos (ver cap. 3.4), cuando se podrán establecer hipótesis funcionales de mayor precisión para los tipos de útiles documentados en el registro arqueológico.

#### 2.4.2. El análisis morfométrico y tipológico: Propuesta de clasificación

Siguiendo la línea de trabajo planteada anteriormente, la descripción morfométrica y la asignación tipológica debe tener en cuenta la evolución de la vida de uso de los artefactos, de tal forma que queden registradas en el análisis las diversas etapas de funcionamiento que pudo experimentar cada útil (ver *infra* apartado 2.5.2. *Terminología funcional*). Para ello, se pondrán en relación las morfologías observadas en el **estado final del artefacto** (planta y secciones) y el grado de modificación alcanzado durante el proceso de manufactura (ver *supra* apartado 2.3.2 *Análisis tecnológico*).

En cuanto a la morfología general del ítem, molinos y moletas pueden presentar las siguientes formas en planta: elíptica/oval; circular, rectangular, trapezoidal, irregular e indeterminada. La variabilidad morfológica en sección (longitudinal y transversal) de ambos útiles se concreta en las combinaciones simplificadas en la fig. II.4.7.

Morfología en sección	
SecLong	SecTransv
Indet	

Fig. II.4.7. Morfologías en sección de molinos y moletas.

En cuanto a la forma en planta de los morteros, estos siempre describen formas circulares o ligeramente ovals. Respecto a los pilones, tanto la selección preferencial de bloques

naturales, como la manufactura intencional de los bloques, indican una clara tendencia a conseguir formas mayoritariamente cilíndricas, ovals y, en menor número, cónicas.

Las variables métricas analizadas para todas las categorías de ítems son equivalentes a la propuesta de Wright (1992, fig.3)<sup>18</sup>. Respecto a los módulos métricos, en este trabajo se ha calculado la relación entre el Grosor Máximo (mm) de los molinos y la Profundidad Máxima (mm) de la cara activa de los mismos como indicador del grado de desgaste de los molinos<sup>19</sup>. Por otra parte, cabe destacar la ausencia de una medida muy importante relacionada con varios aspectos del análisis: la masa de los ítems. Debido a la falta de tiempo y a la no disposición de aparatos de medida en determinadas ocasiones durante las campañas de estudio en los yacimientos levantinos, no ha sido posible contabilizar esta magnitud física.

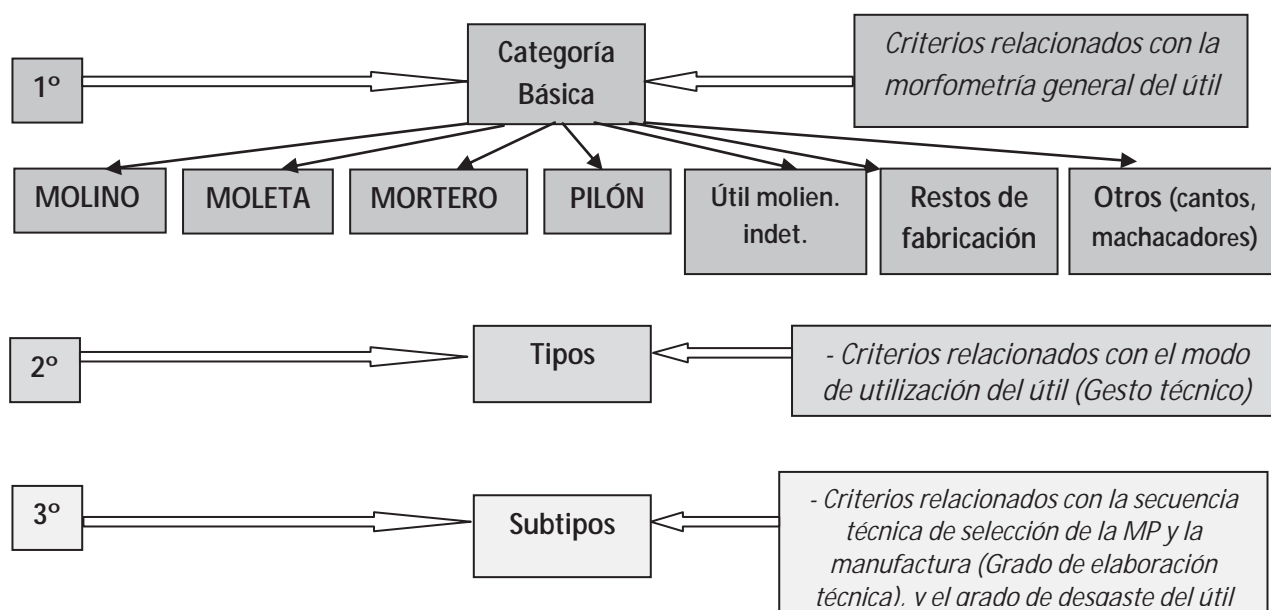


Fig.II.4.8. Diagrama del análisis tipológico de los artefactos.

Una primera asignación tipológica es otorgada durante el proceso de inventario de los materiales (denominada *Categoría Básica*)(Fig.II.4.8). En este primer nivel de análisis se consigue una clasificación inicial del conjunto dividido en las cuatro categorías principales de útiles (equipo de molienda y equipo de trituración: las dos partes inferiores y estáticas, **molino** y **mortero**, y las dos partes superiores y móviles, **moleta** y **pilón**, respectivamente). En relación

<sup>18</sup> Los cálculos sobre superficies activas realizados en este trabajo son aproximativos, ya que se realizan a partir de la fórmula  $\text{área activa} = L \cdot A$ , en la que L=longitud máxima del útil, y A=anchura máxima del útil. Al tratarse de instrumentas de tendencia elipsoidal u oval, estas mediciones no son exactas, sino aproximativas.

<sup>19</sup> Entre los módulos métricos presentados por Wright (1992), Delgado (2008) entre otros, la fragmentación que han experimentado los molinos impide contar con la longitud como medida que pueda aproximarse a la dimensión original del artefacto. Por ello, se ha considerado el grosor máx. como medida estable que al relacionarse con la profundidad del molino, nos pueda dar una idea sobre el grado de desgaste en el que se encuentra el molino en su estado final (abandono).

a este grupo principal de útiles, se ha designado como **útil de molienda indeterminado** a aquellos ítems fracturados con superficies activas de molienda, pero que no se ha podido establecer si son molinos o moletas. Por último, se incluyen los ítems considerados como **restos de fabricación**, y una categoría complementaria que recoge el resto de ítems analizados y que denominamos **Otros** (cantos de río con trazas de uso, etc.).

- **MOLINOS Y MOLETAS**

A continuación, las categorías molino y moleta son clasificadas a partir del modo de funcionamiento que indique la morfología de la cara activa, y si es posible observar a nivel macroscópico, también a partir de la distribución de las trazas de uso (Fig.II.4.9). En primer lugar, los molinos del **grupo 1** corresponden a molinos cuyas evidencias morfométricas y distribución de las trazas de uso denotan un **trabajo en pareja** vinculado con un útil activo o superior, que en el caso del equipo de molienda corresponde a una moleta. Dentro de este primer grupo, el **tipo 1a** se corresponde con los molinos que presentan evidencias de haber sido utilizados mediante gestos técnicos de percusión apoyada y un movimiento recíproco (o de **vaivén**), mientras que el **tipo 1b** parece relacionarse con la percusión apoyada y movimientos **libres, circulares u ovals**, y el **tipo 1c** con una **combinación de percusión apoyada de vaivén y de percusión apoyada circular/oval/libre**. Un caso especial de molino, documentado únicamente en el conjunto artefactual de Jerf el Ahmar (PPNA), es el molino **tipo 1d**, caracterizado por la presencia de una **segunda superficie activa** en forma de **cúpula** o mortero central (fig.II.4.10a). La relación cronológica entre las caras activas indica que cuando fue habilitada la superficie para llevar a cabo una percusión lanzada tipo mortero, la superficie inicial de molienda (vaivén o circular/libre) quedó invalidada, por lo que este tipo de ítems deben considerarse **molinos reutilizados como mortero** (fig.II.4.10b).

En segundo lugar, el **grupo 2**, se compone de los ítems utilizados de **forma individual**, es decir, sin asociación a un útil superior. Se trata de un grupo más **heterogéneo** en sus características, incluyendo además posibles casos de reutilizaciones o usos correspondientes a trabajos de molienda y abrasión de materias probablemente diversas, tal y como indica una mayor variabilidad en la distribución de las superficies de desgaste, así como en los tipos de trazas observados a nivel macroscópico (pulidos extensos, rascadas con disposición irregular, etc.).

Las moletas se clasifican según los mismos criterios del **grupo 1** (funcionamiento en pareja) de molinos (moletas **1a: percusión apoyada vaivén**; moletas **1b: percusión apoyada libre/circular/oval**; moletas **1c: combinación vaivén y libre/circular/oval**); exceptuando el **tipo 1d** (moletas-pilón) en el que se habilita una segunda cara activa destinada a la percusión lanzada, acción que no interfiere en la operatividad de la superficie activa inicial utilizada en percusión apoyada (superficie de molienda)(Fig.II.4.10c). Asimismo, las moletas del **grupo 2** son descritas como útiles de **funcionamiento individual** (sin asociación a un útil de molienda inferior).






Complementariedad	Gesto técnico		
	En pareja	Percusión Apoyada Valvén	Percusión Apoyada Circular/oval/libre
			
Uso individual	Múltiple (repercutor), por ej. Percusión Apoyada Longitudinal		Múltiple (percutor), por ej. Percusión Apoyada Libre
			

Fig. II.4.9. Modos de utilización de los artefactos de molienda y trituración documentados en este trabajo.

El tercer nivel de clasificación del utillaje de molienda se vincula a los **aspectos técnicos** como el tipo de selección de los bloques de materia prima (tamaño y morfología) relacionado a su vez con el grado de modificación del útil durante el proceso de manufactura, y también a los **aspectos funcionales** como el grado de desgaste que presenta las caras activas, o la intensidad de uso del útil (útiles con doble o triple cara activa). De esta forma, una vez analizado cada conjunto artefactual se podrán proponer los **subtipos** correspondientes de molinos y moletas en relación a dichos criterios (ver cap. 3.3).

- **MORTEROS Y PILONES**

La clasificación de los morteros viene determinada en primer lugar por el modo de funcionamiento. El **grupo 1** de morteros es utilizado mediante una **percusión lanzada alternativa** esencialmente, aunque también se desarrollan movimiento de **percusión apoyada circular** (movimiento rotatorio), tal y como indican las superficies alisadas de las paredes interiores de las caras activas de los morteros. El **grupo 2** se corresponde al tipo de útiles concretos y habituales en el contexto del Próximo Oriente, los denominados **molinos-morteros**, los cuales, a diferencia del tipo 1d de molinos definidos anteriormente, se caracterizan por una superficie activa mayoritariamente cóncava y cuya distribución de las trazas de uso denota un **uso combinado y contemporáneo de percusión lanzada (mortero) y percusión apoyada (molino)**.

Dentro del grupo 1 de morteros se distinguen dos tipos según criterios métricos que tienen una determinada repercusión en el plano funcional de los útiles<sup>20</sup>:

- **Tipo 1.** Morteros de concavidad reducida (inferior a 30-80mm de profundidad, variable en función de cada conjunto artefactual).

<sup>20</sup> Ver *supra* referencia a Procopiou (1998:118).

- **Tipo 2.** Morteros de concavidad pronunciada (superior a 80-100mm de profundidad, variable en función de cada conjunto artefactual).

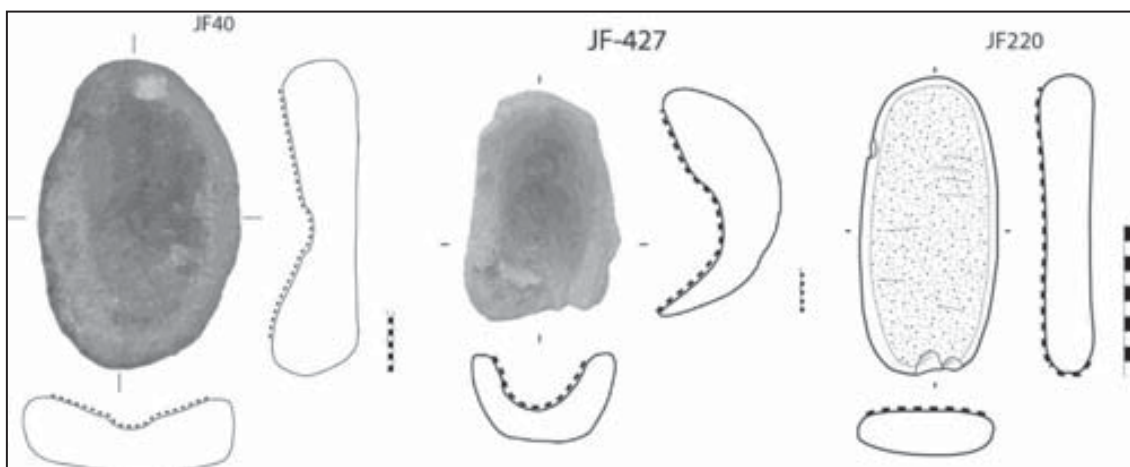


Fig. II.4.10. Ejemplos de tipos de útiles singulares procedentes de Jerf el Ahmar: a) JF40 (molino tipo 1d), b) JF427 (*molino-mortero*), y c) JF220 (*moleta 1d, moleta-pilón*). Las líneas discontinuas sobre el contorno de las vistas en sección indican la distribución de las caras activas.

Por último, los **pilones** que son los artefactos utilizados mediante percusión lanzada alternativa, han sido clasificados en dos **tipos** a partir del número de caras activas que presentan:

- **Tipo 1.** Pilones con una cara activa.

- **Tipo 2.** Pilones con dos caras activas.

Siguiendo a Adams (2002:138), el tamaño de los pilones es frecuentemente una de las variables más relacionadas con la funcionalidad de estos útiles. A partir de aquí, proponemos distinguir dos **subgrupos** de pilones a nivel métrico: los ítems con una longitud máxima inferior a 130-150 mm (variable según el conjunto artefactual); y los ítems con una longitud máxima superior a 130-150 mm. La aproximación de Adams propone que los pilones más pesados<sup>21</sup> y grandes se utilizan para partir y triturar materias, mientras que los pilones de pequeño tamaño y más ligeros son utilizados para desmenuzar, moler y remover substancias.

<sup>21</sup> La masa del ítem juega un papel muy importante a nivel funcional, por lo que en las próximas campañas de estudio esta magnitud física será registrada también como variable métrica. Por el momento, en este trabajo utilizamos la variable *Longitud máxima* para establecer los dos subtipos de pilones.

## **2.5. Análisis funcional**

Existen varias vías metodológicas para aproximarnos a la función de un artefacto: el estudio de las trazas de uso–vinculado con la experimentación–, el análisis de residuos y la analogía histórico-etnográfica. En este trabajo nos centraremos principalmente en el desarrollo de las dos primeras, traceología y análisis de residuos, aunque también se han tenido en cuenta los datos etnoarqueológicos que han proporcionado diversos trabajos de referencia sobre actividades de molienda y trituración en sociedades pre-capitalistas (Roux 1985; Hayden 1987; David 1996).

Realizando un balance al desarrollo de la disciplina, observamos que en el siglo XIX los investigadores se regían esencialmente por la analogía morfológica y etnológica como método de inferencia funcional de los objetos arqueológicos (Calvo-Trias 2007<sup>22</sup>). A inicios del s. XX surgieron las primeras divergencias en torno al debate sobre la relación forma-función de los objetos, lo que dará paso a las primeras experiencias con el análisis microscópico de las huellas de uso (Curwen 1930, citado en Calvo Trias 2007:61). Sin embargo, el establecimiento de las bases de la nueva disciplina a partir de trabajos sistemáticos sobre el estudio de la función de los útiles verá la luz durante la década de los 1940-1950 en la Academia de Ciencias de Leningrado con S. Semenov (1964) como autor de referencia.

### **2.5.1. Antecedentes: Introducción a los estudios sobre trazas de uso en arqueología**

La traceología como disciplina arqueológica se centra en el análisis de las alteraciones que los objetos experimentan al ser utilizados en un determinado proceso de trabajo o, desde una perspectiva más amplia, en cualquier acción social. De este modo, su vinculación con la acción social de las comunidades humanas pasadas es el motivo por lo que las alteraciones o huellas de uso aportan información histórico-social al estudio arqueológico de dichas comunidades. Pijoan *et al.* (2002) sintetizan esta premisa básica de los análisis de huellas de uso de la siguiente forma. El trabajo – como acto social y a la vez como fenómeno físico– modifica la materia. Los cambios en la materia proporcionan a la sociedad aquellos productos que necesitan para la reproducción social, los bienes de consumo. Los útiles, como por ejemplo los líticos, se encuentran implicados en este proceso. Por lo tanto, el análisis de sus huellas de uso permite inferir la acción social realizada.

La disciplina que trata el estudio de las trazas de uso fue desarrollada en la década de los años 50 por S. Semenov (1964), investigador ruso propulsor de los análisis experimentales de multitud de materiales arqueológicos como vía para aproximarse a la función que tuvieron en el pasado. Su método se basaba en la observación por microscopía (binocular y microscopio metalográfico) de los estigmas generados en el corpus experimental tras la reproducción de diversas esferas técnicas, como la recolección de vegetales, el trabajo de la piedra, de la piel animal, etc. Sus observaciones de orden cualitativo se regían por el razonamiento analógico para interpretar posteriormente los estigmas conservados sobre el material arqueológico.

---

<sup>22</sup> Para una revisión amplia sobre la historiografía en torno al surgimiento y la evolución de la disciplina dedicada al estudio de las trazas de uso, ver Manuel Calvo-Trias (2007).



Mientras que la escuela rusa continuó el método de Semenov, en Occidente surgieron dos corrientes metodológicas en función de las técnicas de observación de las huellas de uso. Por un lado se desarrolló una línea de investigación sobre el análisis a bajos aumentos (0-100x) por microscopía óptica (Tringham *et al.* 1974, Odell 1977, que analizaban las esquirlas o desconchados y los redondeamientos), mientras que otro grupo de investigadores potenciaron el análisis a grandes aumentos (100-500x) (Keeley & Newcomer 1977, Keeley 1980, centrados en el micropulido y las microestrías). Finalmente, tal y como señala Vargiolu (2008) ambas posturas se fusionaron para mejorar los criterios de identificación y caracterización de las trazas de uso, destacando autores como Hayden (1979), Anderson-Gerfaud (1981), Plisson (1985), Van Gijn (1989), entre otros.

Sin embargo, el análisis de este tipo de estigmas sobre los objetos arqueológicos no ha estado absuelto de problemas de tipo interpretativo y metodológico. Las primeras críticas a Semenov por la falta de datos en la presentación de sus programas experimentales, que provocó consecuencias como la baja capacidad de contrastación de sus resultados por otros autores, fueron seguidas de otras críticas a Keeley por no poder explicar los procesos de formación de los micropulidos. Con el fin de validar su metodología de análisis a grandes aumentos, Keeley y Newcomer (1979) realizaron un test ciego (*blind test*), un ejercicio basado en la réplica de actividades prehistóricas por parte de un investigador diferente al que realiza el análisis funcional por microscopía. En este test Keeley pudo identificar entre 16 experimentos el filo activo de 14, la acción ejecutada en 12 y la materia trabajada en 9 de ellos completamente y 2 parcialmente. Gracias a este tipo de ejercicios quedó demostrado el alto grado de acierto del método traceológico a grandes aumentos para deducir el uso de los objetos líticos prehistóricos (Calvo-Trias 2007<sup>23</sup>).

#### - *Estudios traceológicos sobre artefactos macrolíticos*

Los trabajos de Semenov (1964, 1969) ya incluían análisis funcionales de artefactos macrolíticos (hachas, azuelas, morteros, machacadores, alisadores, etc.), a pesar de que en el contexto general de la investigación, esta línea de análisis no se desarrolló con la misma intensidad que los estudios sobre útiles líticos tallados. Tras la traducción al inglés de la obra de Semenov, los especialistas en traceología sobre instrumentos macrolíticos fueron surgiendo de forma independiente en diversos países, sobre diferentes contextos arqueológicos y publicando en diferentes lenguas (Adams 1988, 1989a, 1989b, 1993, 2002a, 2002b; Fratt & Biancaniello 1993; Fujimoto 1993; Ibáñez & González 1994; Korobkova & Sharovkaya 1994; Risch 1995; Mansur 1997; Fullagar & Field 1997; Procopiou 1998; González & Ibáñez 2002; Mensanch *et al.* 2002; citados en Adams *et al.* 2009).

La línea metodológica principal se centró en los análisis de trazas de uso a bajos aumentos, mediante la utilización de lupa binocular (<80x). Una de las primeras autoras con mayor repercusión ha sido J. Adams (*op. cit*), quien introdujo por primera vez conceptos de tribología

---

<sup>23</sup> M. Calvo-Trias (2007) señala otros tests ciegos realizados con posterioridad al éxito de Keeley, los cuales no obtuvieron los mismos resultados en cuanto a aciertos (Odell *et al.* 1980 a bajos aumentos; Newcomer *et al.* 1986; Grace 1989, citados en Calvo-Trias 2007), aunque sí permitieron ir perfeccionando las técnicas de análisis gracias a la identificación de los aspectos que hacían fallar el método traceológico.

en el análisis de superficies arqueológicas de molienda. En esta línea metodológica, un grupo notable de trabajos experimentales han dado como resultado estudios funcionales a bajos aumentos centrados en útiles de molienda de una única materia prima (Dubreuil 2002, 2004, 2009; Hamon 2006) o de diversos tipos de roca (Adams 1989, 1999; Procopiou 1998; Delgado 2008). De forma paralela, se han presentado trabajos de síntesis incluyendo varios tipos de útiles de molienda, abrasión, percutores, alisadores, etc. con el objetivo de disponer de un marco analítico general en el cual poder clasificar los instrumentos macrolíticos desde una perspectiva tecnológica y funcional. En este grupo estarían las obras de S. De Beune (2004), fiel tributaria del sistema de análisis del antropólogo francés Leroi-Gourhan (1971) sobre los modos de acción sobre la materia, así como también el trabajo de síntesis de J. Adams (2002), quién desarrolla con mayor precisión el análisis de las trazas de uso.

Des del punto de vista metodológico cabe destacar que Adams utiliza términos de la tribología (tipos de desgaste: abrasivo, adhesivo, triboquímico, etc.) para extraer conclusiones interpretativas sobre los procesos de formación de pulidos, a pesar de que en sus trabajos no desarrollan estrategias analíticas que realmente demuestren sus resultados. Adams (1988, 2002) aplica la terminología tribológica en sus observaciones a simple vista y bajos aumentos (40x), cuando los procesos tribológicos se producen a escala microscópica y requieren de instrumental de laboratorio específico (rugosímetros, etc.) para poder llegar a evaluar los tipos de desgaste producidos sobre la superficie laboral de cualquier útil.

En la actualidad, un trabajo de referencia centrado en la problemática de las trazas de uso sobre superficies de molienda es la síntesis de Adams *et al.* (Adams, Delgado, Dubreuil, Hamon, Plisson, Risch 2009), por constituir la revisión metodológica más reciente, y la puesta en común sobre terminología descriptiva de trazas de uso. De este trabajo destacamos el énfasis en la descripción petrográfica de la materia prima como punto de partida para conseguir una mejor comprensión de los fenómenos de desgaste de los útiles, y también la importancia otorgada a las técnicas de observación y el registro gráfico de los datos traceológicos.

Finalmente, los trabajos que han implementado técnicas de análisis a grandes aumentos sobre implementos de molienda son sobre todo aquellos centrados en el análisis del pulido sobre las superficies laborales (Field & Fullagar 1997; Mansur 1997; Dubreuil 2002, 2004; Zurro *et al.* 2005; Verbaas & Van Gijn 2007).

*- El papel del pulido como una de las huellas de uso con mayor valor diagnóstico: Debate en torno a la formación de los pulidos*

El pulido o micropulido<sup>24</sup> ya fue descrito por Keeley (1980) como una de las huellas con mayor valor diagnóstico sobre la materia trabajada. Sin embargo, la comprensión de los procesos formativos de los pulidos laborales ha generado uno de los debates más prolongados en el ámbito de la traceología.

---

<sup>24</sup> Entendemos el término *micropulido* como la observación microscópica del pulido (o su afectación sobre la microtopografía, como señala Plisson 1985), por lo que la diferencia entre ambos términos se debería únicamente a la escala de observación y no al tipo de traza en sí. Mansur (1997) realiza una reflexión en torno al concepto de micropulido.

Refiriéndose al caso del sílex, Kimball *et al.* (1998) definen el micropulido como pequeñas (100-1000µm) alteraciones de la superficie causadas por la combinación de fuerzas de movimiento, fricción, calor, dureza, agua, pH, y química a lo largo del filo de un instrumento lítico cuando éste siendo utilizado. De esta forma, siguiendo los esquemas analíticos de Keekey (1980), Plisson (1985) y Kimball (1989), un pulido puede ser descrito en términos de localización, extensión, textura, contorno, brillo y morfología. Tomándose en su conjunto, estas variables permiten un análisis utilizando un microscopio óptico de luz incidida para identificar la cinemática del útil y la materia trabajada. A pesar del valor diagnóstico del pulido en términos cualitativos, la ambigüedad surgió en torno a la naturaleza de formación de los diversos pulidos identificados.

Se establecieron tres factores esenciales que actúan en la formación de los pulidos: la abrasión, la transformación y la deposición. Estos tres factores pueden actuar de forma independiente o de manera correlativa según las hipótesis propuestas. Por una parte, surgió una postura que daba mayor relevancia a los factores mecánicos generadores de la abrasión (Diamond 1979; Masson *et al.* 1981; Levi-Sala 1993, citados por Christensen 1998). En cambio, otro grupo de investigadores destacaron las reacciones físico-químicas producidas durante el contacto entre el útil y la materia trabajada, las cuales concluyen con la formación de un gel de sílice amorfo en la superficie del útil (Witthoft 1967; Anderson-Gerfaud 1981, 1982, 1983, 1986 citados por Christensen 1998), o con una deposición de la materia trabajada sobre el útil (Christensen 1998<sup>25</sup>).

A medida que avanzaron las investigaciones sobre la problemática de formación de los pulidos surgieron posturas híbridas que contemplaban ambos procesos formativos, el abrasivo y el deposicional (Kamminga 1979, Unger-Hamilton 1988, en Christensen 1998). Finalmente, la propuesta sobre la formación de un nivel de sílice en el que la materia trabajada quedase incrustada o disuelta perdió peso por falta de evidencias empíricas que demostrasen su existencia.

Bajo una perspectiva crítica actual, el debate generado por los diversos traceólogos entre los años 70 y 90 denota en cierta medida los límites inherentes al enfoque puramente cualitativo en el análisis de la formación de los pulidos. Los postulados y las críticas de las dos teorías básicas (deposición Vs abrasión) permiten observar cómo el proceso de formación de los pulidos requiere de la implementación de técnicas de análisis cuantitativo más detalladas que permitan establecer variables de comparación entre tipos de pulidos. Así como gran parte de los demás procesos de formación de huellas de uso permiten una aproximación de tipo cualitativo obteniendo resultados altamente satisfactorios (huellas como la creación de platós de desgate, estrías, microfracturas, etc.), en el caso de los pulidos, la complejidad del proceso formativo en el que se producen diferentes fenómenos físico-químicos añade dificultad a su estudio arqueológico.

Respecto a los pulidos en instrumentos de abrasión macrolíticos, han sido diversos los trabajos que han demostrado que la materia prima del útil difiere en su susceptibilidad a la hora de desarrollar pulidos/micropulidos (Dubreuil & Savage 2014). Así por ejemplo, Field y

---

<sup>25</sup> Para una revisión más detallada sobre los autores que han trabajado la problemática en torno a la formación de los pulidos arqueológicos, consultar Christensen 1998.

Fullagar (1997) destacaron que “el desarrollo del pulido en areniscas levemente cimentadas se limita a la constante abrasión de los granos de cuarzo”. De forma similar, Liu *et al.* (2010) identifican un mayor desarrollo del pulido sobre diabasas que en areniscas. En este sentido, los trabajos de L. Dubreuil (2002, 2004; Dubreuil & Grosnan 2009; Dubreuil & Savage 2014; Dubreuil & Plisson, inédito) son quizás los que hasta el momento han profundizado con más detalle en el análisis a grandes aumentos de los pulidos en instrumentos de abrasión macrolíticos. Para la autora, el marco conceptual para la descripción del micropulido sobre el sílex (Keeley 1980; Anderson-Gerfaut 1981; Vaughan 1981; Plisson 1985; Mansur-Franchomme 1986; Van Gijn 1990) puede ser adaptado al análisis de instrumentos de abrasión macrolíticos. Bajo esta perspectiva de análisis, los resultados de las experimentaciones realizadas hasta ahora (ver referencias en Dubreuil & Savage 2014) con este tipo de útiles macrolíticos indican que, siempre y cuando los micropulidos aparezcan suficientemente desarrollados, las características del micropulido observado varían en función de la cinética y de la materia trabajada con el útil<sup>26</sup>.

#### *- Los métodos de análisis cuantitativo en traceología*

Sin menospreciar toda la investigación precedente sobre las trazas de uso en arqueología, las cuestiones relativas a la subjetividad de la observación humana en los análisis de tipo cualitativo generó una nueva corriente entre los investigadores traceólogos de la década de los 80 motivados para solventar las críticas lanzadas a la disciplina. Especialistas en industria lítica se han enfrentado al problema de la observación basada en la subjetividad del analista mediante la implementación de varias técnicas para documentar cuantitativamente las trazas de uso:

a. Análisis de imágenes digitalizadas. Línea iniciada por Grace (Grace *et al.* 1987; Grace 1989) e implementada también por otros (Vila & Gallart 1993; Barceló *et al.* 2001; González-Uquijo & Ibáñez-Estevez 2003; Pijoan *et al.* 2002; Toselli *et al.* 2002; Pijoan 2007), a partir del tratamiento de imágenes digitalizadas como base para cuantificar las trazas de uso en superficies arqueológicas.

b. Análisis químicos de las superficies activas. Nueva vía que ha proporcionado datos relevantes al debate sobre los procesos formativos de los pulidos (Christensen *et al.* 1998; Christensen 1998; Evans & Donahoe 2005). Mediante el uso de microscopia SEM-EDS identificaron la signatura química de las superficies analizada, de forma que pudo ser detectado el aporte de elementos químicos foráneos a la materia prima del útil. En esta línea, Christensen (1998) demuestra que el pulido es el resultado de un aporte continuo de micro-partículas procedentes de la materia procesada, depositadas sobre la superficie del útil, de manera que el pulido se convierte en un elemento medible en tres dimensiones y analizable químicamente.

c. Análisis topográficos a partir de diferentes técnicas e instrumentos de medición. Uno de los trabajos pioneros con útiles de sílex fue el presentado por Beyries *et al.* (1987) quienes

---

<sup>26</sup> Los resultados obtenidos por Dubreuil (2002, 2004; Dubreuil & Grosnan 2009; Dubreuil & Savage, 2014) serán comentados en el cap. 3.4. Estos se basan en criterios de descripción cualitativa de los micropulidos (distribución, densidad, orientación, dimensiones y contexto microtopográfico, entre otros).

utilizaron imágenes 3D con áreas seleccionadas para calcular parámetros 2D y así comparar distintas zonas de desgaste. A partir de ahí, durante las últimas décadas se han perfeccionado y han aparecido nuevos dispositivos de medición de superficies, incluyendo la evolución de la microscopía láser y *softwares* más avanzados, por lo que en la actualidad existen diversas técnicas:

- Microscopio de Fuerza Atómica (Kimball *et al.* 1998), microscopio que permite realizar mediciones sobre imágenes 3D, a pesar de que el campo de análisis y la resolución vertical del dispositivo son muy reducidas, impidiendo el análisis de conjuntos arqueológicos reales y sobre áreas de la superficie relativamente amplias.
- Rugosimetría óptica e interferometría óptica (Anderson *et al.* 1998; Astruc *et al.* 2001, 2003; Stemp & Stemp 2001, 2003). Astruc *et al.* (2003) demuestran que en un proceso de fricción entre la superficie del útil lítico y la materia trabajada se produce un fenómeno de transferencia material debido a un mecanismo de abrasión. De esta forma, ambos desgastes abrasivo y adhesivo estarían vinculados en un mismo proceso de modificación de la superficie.
- Microscopía confocal, técnica implementada en traceología por Evans y Donahue (2008), la cual combina las características metrológicas del *Atomic Force Microscope* y el rugosímetro laser. El microscopio confocal permite trabajar a grandes aumentos y con una profundidad alta del campo de análisis, habitualmente asociado con la microscopía electrónica de barrido (SEM).
- Laser de He-Ne para cuantificar el brillo del pulido. Nueva técnica presentada por Vardi *et al.* 2010, e implementada hasta el momento sobre el pulido de hojas de hoz en sílex. Esta técnica se basa en la correlación teórica entre la intensidad del brillo del pulido y el grado de desgaste de la superficie pulida.

En relación al análisis cuantitativo, la selección de una u otra técnica de medición se encuentra relacionada con la disponibilidad de cada laboratorio y, fundamentalmente, se encuentra ligada a la escala de análisis en la que se vaya a trabajar. Junto al instrumental de medición y observación, la clave del análisis reside en los parámetros de caracterización utilizados por cada equipo. La adecuación y la interrelación entre estos parámetros van a determinar el éxito del análisis para caracterizar las huellas de uso. En este sentido, los índices de rugosidad básicos (Ra, Rq) son los más utilizados (Evans & Donahoe 2008); otros han implementado la geometría fractal de superficies (Stemp & Stemp 2003); mientras que el análisis de imágenes digitales recoge todo un conjunto diferente de atributos para cuantificar la textura de una superficie a partir de imágenes (ver por ej. Toselli *et al.* 2002).

#### - *La introducción de la tribología en los estudios funcionales en arqueología*

La tribología, ciencia del desgaste y del frotamiento (Georges 2000), se centra en estudiar las transformaciones de la materia en superficie y en volumen utilizando diversas escalas de observación, desde la macroscópica hasta la escala nanométrica. En términos generales, se trata de una disciplina orientada a las aplicaciones industriales (automóvil, aeronáutica, mecánica, cosmética, etc.), si bien es cierto que los mismos métodos y técnicas pueden ser

aplicados en problemáticas y materiales arqueológicos (Astruc & Vargiolu 2004; Vargiolu 2008).

Son diversos los trabajos arqueológicos sobre trazas de uso los que han ido introduciendo la terminología, las técnicas de medición y los procesos descritos por la tribología para describir la formación de las trazas de uso en objetos arqueológicos. En este sentido cabe destacar que la adaptación de técnicas de análisis implementadas en tribología, así como el uso de la terminología utilizada por los tribólogos no aporta de manera directa mayor objetividad a los análisis sobre materiales arqueológicos. Con esto queremos decir que la utilización *per se* de conceptos, por ejemplo, *desgaste abrasivo / desgaste adhesivo* (Czichos 1978) en las descripciones sobre las trazas de uso en objetos arqueológicos, no pueden ser abordadas únicamente tras el análisis visual y cualitativo del especialista en trazas de uso (por ej., Adams 1986, 1988; Hamon 2006).

Sin embargo, en 1996 se inició uno de los primeros proyectos interdisciplinarios en que colaboran directamente arqueólogos especialistas junto a tribólogos del Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systemes, École Centrale de Lyon. El sistema de trabajo que se estableció en esta colaboración permite a los arqueólogos plantear los problemas arqueológicos, mostrar las características de los materiales de estudio y el conocimiento que se tiene sobre su formación, para que de esta forma, el equipo de tribología diseñe un método de análisis de superficies adecuado según el tipo de material y los objetivos planteados.

Gracias a esta colaboración interdisciplinaria entre tribólogos y arqueólogos, se han realizado análisis de una amplia gama de materiales líticos (sílex, obsidiana, gres, basalto, diabasa, calizas, picrolita, mármol), así como también sobre materiales metálicos y óseos. La caracterización de las propiedades mecánicas de estos materiales por indentación y esclerometría constituyó un primer paso (por ej. Astruc *et al.* 2003<sup>27</sup>), seguida de la identificación de las facies de desgaste de los materiales (Anderson *et al.* 1998; Procopiou 1998; Procopiou *et al.* 1998; Astruc *et al.* 2001) y de las técnicas de manufactura de objetos (Morero *et al.* 2008; Boleti 2009; Morero 2009; Procopiou *et al.* 2011). Estas técnicas de análisis permiten llegar a comprender la eficacia de un procedimiento técnico como por ej., el trillado de cereales (Anderson *et al.* 2006). De esta forma, la tribología completa el enfoque traceológico mediante la realización de observaciones multi-escala (según el caso de estudio) y la aportación de datos tanto cualitativos como cuantitativos sobre las etapas de desgaste en superficie y en volumen del cuerpo analizado. Además, para concluir, cabe destacar que los proyectos realizados están implementando experimentaciones en laboratorio, las cuales van generando elementos determinantes en la discusión sobre los mecanismos de desgaste material (Vargiolu 2008).

---

<sup>27</sup> Un trabajo en profundidad sobre la cuantificación de las propiedades mecánicas y su correlato en el estudio de las sociedades prehistóricas se encuentra en Delgado (2008), y Delgado *et al.* (2008, 2009).

## 2.5.2 Planteamiento, estructura y objetivos del análisis funcional de los instrumentos de molienda

Como punto de partida del presente trabajo destacamos tal y como han manifestado otros autores (Procopiou 1998:187; Adams *et al.* 2009) la necesidad de un enfoque multi-escala que permita la lectura completa de las trazas funcionales sobre los útiles. En primer lugar, el examen macroscópico de los útiles ha permitido proponer una clasificación sobre la cinética laboral de los artefactos (trabajo en pareja/trabajo como útil independiente; direccionalidad del movimiento, etc., ver *infra*). Entender el modo en el que fueron utilizados los instrumentos es el primer paso para aproximarnos a la materia que trabajaron, y por ende, a la función y los diversos usos que tuvieron.

### *Terminología funcional*

El término “**función**” en sentido estricto se distingue del término “**funcionamiento**”, en que el funcionamiento de un objeto es su modo de acción, mientras que la función es el conjunto de finalidades para las que éste ha sido elaborado (Sigaut 1991). Existen otros conceptos frecuentemente utilizados en los estudios sobre tecnología prehistórica, tales como el “gesto”, la acción motriz que el brazo o la mano aplica sobre el útil, mientras que la “postura” corresponde a la posición adoptada por el conjunto del cuerpo durante el trabajo (Leroi Gourhan 1974; De Beaune 2000; Hamon 2006:45).

En primer lugar, debemos retomar la perspectiva de análisis del útil según la cual su funcionalidad debe ser considerada como un atributo dinámico y complejo. El útil puede ser diseñado para una función específica, función que puede implicar un único gesto y/o varias funciones complementarias o alternativas. De esta forma, un primer nivel de lectura funcional de los útiles vendrá marcado por el análisis macroscópico de la parte activa del útil, **la superficie activa**. El análisis de las superficies o caras activas de los útiles se compone de dos ámbitos principales: a) La morfometría, y b) Los patrones de desgaste de las superficies.

Si bien en este trabajo se apuesta por un análisis global de los materiales que incluya diferentes escalas de observación (ver apartado 3.5.3), la escala macroscópica se presenta como el eje vertebrador de todos los demás niveles de análisis, puesto que permite la interconexión entre todos ellos. El análisis macroscópico genera una primera descripción de la cara activa respecto a su morfología y su métrica, aportando ya datos muy significativos sobre los gestos técnicos que el útil pudo desarrollar. En este nivel se han definido tres categorías principales respecto a los gestos técnicos de los útiles (ver fig. II.4.9):

1. Percusión apoyada y movimiento de vaivén.
2. Percusión apoyada y movimiento circular.
3. Percusión lanzada.

Estos tres gestos técnicos básicos vienen determinados por otro factor decisivo que hace referencia a la complementariedad que denote el instrumento, según si se trata de un ítem de funcionamiento individual (sin asociación a otros útiles), o si se trata de un ítem de funcionamiento en pareja.

Una vez definidos los gestos técnicos ejecutados en cada operación de molienda, abrasión y trituración, debe ser abordado el fenómeno de las utilidades múltiples, las reutilizaciones y los episodios de reciclaje. En general cada autor define unas categorías propias, más o menos semejantes y equivalentes entre las diversas propuestas para describir los ítems que presentan evidencias de haber participado en diversos episodios de trabajo diferentes. Entre las propuestas consultadas (Adams 2002:21-24; Hamon 2006:47-48; etc.), por proximidad espacio-temporal a los casos de estudio, las categorías sugeridas por Dubreuil (2002:239) son adoptadas también en este trabajo para designar los casos de funcionamiento múltiple:

- Modos de utilización contemporáneos en el tiempo:

a) Los ítems de utilización plurifuncional, aquellos que participan en diferentes cadenas operativas de materias variadas.

b) Los ítems de utilización compuesta, aquellos que participan según diferentes modos de acción (gestos técnicos) en una misma cadena de transformación de una materia. Se trata esencialmente de la utilización de diferentes caras activas implicando diversos modos de acción sobre la materia.

- Modos de utilización no contemporáneos:

a) La **reutilización** se define como la acción de utilizar un útil para funciones diferentes a las que corresponden con su función inicial. Este nuevo modo de utilización puede provocar una modificación no intencional de la morfología de la pieza (por ej. consecutiva a una fractura).

b) Se utiliza el término de **reciclaje** cuando la pieza es transformada antes de ser utilizada en una acción diferente a aquella asociada a su función inicial.

Sin embargo, a nivel práctico aparecen dificultades para reconstituir la cronología de las utilidades diversas (Dubreuil 2002:240). Finalmente, Dubreuil describe esta variabilidad bajo unos índices de utilización múltiple. En la medida de lo posible, cuando las evidencias lo permitan, en este trabajo se han identificado los casos en los que se han producido procesos de utilización múltiple concretos y se ha propuesto qué relación temporal pudo existir entre ellos.

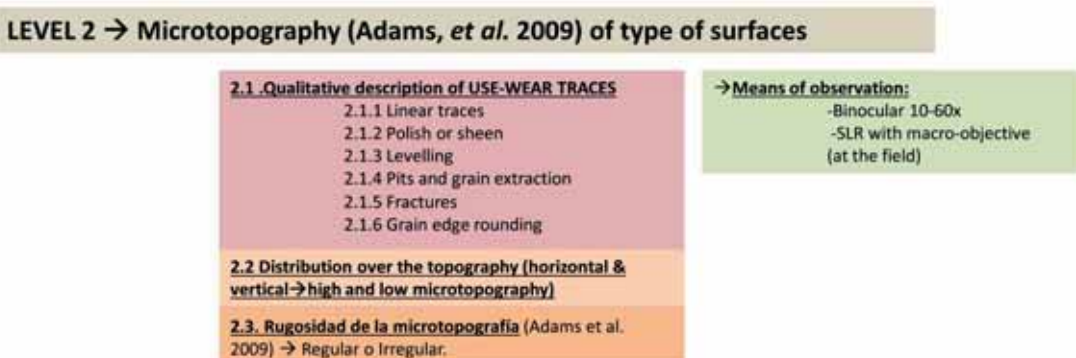
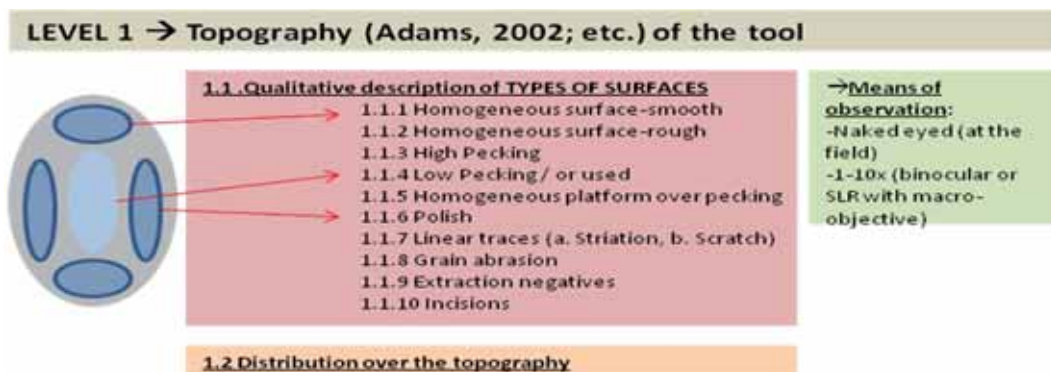
Como se expondrá en el siguiente apartado, un análisis mediante diferentes escalas de observación es necesario para llevar a cabo una interpretación funcional de los útiles. La creación de un referencial experimental aporta las claves para diseñar un marco de comparación de superficies de desgaste vinculadas con diferentes funciones (Cap. 3.2). Por otra parte, los resultados obtenidos en cada nivel de análisis deben ser complementarios entre ellos para una mejor comprensión de los procesos de formación de las trazas de desgaste sobre los útiles. Solo de esta manera se podrán formular hipótesis de trabajo fundadas sobre una base empírica sólida y contrastada.



### 2.5.3. Sistema de observación de las superficies activas de los útiles de molienda: De la escala macroscópica a las diversas técnicas de observación microscópica

El protocolo de análisis de superficies de abrasión que presentamos aquí ha sido desarrollado a partir de la colaboración con el Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes (LTDS) de la École Centrale de Lyon. La nueva propuesta de análisis está basada en el sistema de 4 niveles de observación (Fig.II.5.1), desde la escala macroscópica hasta las diversas escalas de observación microscópica desarrolladas desde el LTDS. En términos generales, nuestra propuesta metodológica para la caracterización de las trazas de uso parte de los estudios anteriores sobre instrumentos macrolíticos (Procopiou 1998; Risch 2002; Dubreuil 2002; Hamon 2006; Delgado 2008; Adams *et al.* 2009), aunque ampliando el apartado de la caracterización cuantitativa de las trazas de uso.

A partir del nivel de observación 1, la unidad básica de análisis es la superficie o cara activa. En los casos en los que el ítem presente más de una cara activa, el sistema de observación y descripción propuesto en este apartado se realizará para cada una de las caras activas del útil y de manera independiente. Las superficies de presión (reversos, etc.) también son consideradas y analizadas como superficies independientes.



### LEVEL 3 → Micropolish (Plisson, 1985; Dubreuil, 2002) from surface samples

<p>→Means of observation: -Metallographic microscope (50-250x)</p> <p><b>3.1. Qualitative description of MICROPOLISH</b> 3.1.1 High microtopography (abrasion of the asperities; polish appearance like dull or bright; distribution of polish by depositions or micro-pitted. 3.1.2 Low microtopography: polish restricted to high topography or affecting the interstices 3.1.3 Striations: Presence/absence, under/over the polish, quantity, distribution, orientation.</p> <p><b>3.3 Distribution over the topography</b></p>	<p>→Means of observation: -Projection Fringe (area 1cm x 1 cm) -Confocal Microscope (area 1 mm x 1 mm)</p> <p><b>3.2. Quantitative description of micropolish</b> 3.2.1 Analysis parameters: Spa (mm); SPsk; Spek; Sdev (%); SPTm (mm); SPpm (mm); SPvm (mm). 3.2.2 Portance 3.2.3 Porosity &amp; volume of void 3.2.4 ...</p>
--	--

### LEVEL 4 → Alterations of mineral inclusions, and residues analysis (from surface samples)

<p>→Means of observation: -MEB (500-1000x)</p> <p><b>4.1. Qualitative description of damage on mineral inclusions</b> 4.1.1. High microtopography 4.1.2. Low microtopography 4.1.3. Striations</p> <p><b>4.4 Distribution over the topography</b></p>	<p>→Means of observation: - Interferometry</p> <p><b>4.2. Quantitative description of micropolish</b> 3.2.1 Analysis parameters: Spa (mm); SPsk; Spek; Sdev (%); SPTm (mm); SPpm (mm); SPvm (mm). 3.2.2 Portance 3.2.3 Porosity &amp; volume of void 3.2.4 ...</p>	<p>→Means of observation: -MEB + X-Ray diffraction</p> <p><b>4.3. Quantitative analysis of surface composition</b> -Presence, quantity, associations and distribution of chemical elements.</p>
---	--	---

Fig. II.5.1. Sistema de cuatro niveles de observación diseñado para el análisis traceológico de las superficies de abrasión en este trabajo.

El nivel 1 de observación (escala macroscópica) se centra en la descripción del estado general de las superficies de desgaste, así como en determinar la distribución de los patrones de trazas de uso sobre la topografía del útil. En el nivel 2 de observación (10-50x) se describen las trazas de uso en la microtopografía de la superficie. A partir del tercer nivel de observación, el análisis se ha focalizado en la caracterización cualitativa (nivel 3.1, 50-200x) y cuantitativa (nivel 3.2 y 4.1) de los pulidos. Por último, se han realizado diversos test sobre la caracterización elemental de los pulidos (composición química, nivel 4.2).

A nivel práctico, cabe destacar que los niveles de observación 1 y 2 han sido implementados en el conjunto entero de útiles analizados (incluyendo todas las materias primas y tipo de útiles, ver cap. 3.3). Sin embargo, para llevar a cabo el análisis de los niveles 3 y 4 (a grandes aumentos) se ha considerado necesario mantener constante las variables **tipo de percusión y materia prima** con el objetivo de conseguir una mejor caracterización de las trazas de uso. De esta forma, dada la posición del basalto como la materia primera mayoritaria en tres de las cuatro series estudiadas (Halula, Aswad y Arqa) se ha seleccionado **un conjunto de útiles de molienda (percusión apoyada) sobre basalto** muestreados para realizar esta segunda parte del análisis traceológico (cap. 3.4). Las superficies de desgaste producidas por trituración (percusión lanzada y lanzada/apoyada) serán incluidas en el análisis microscópico en próximos trabajos.

### - Técnicas de observación, muestreo y registro de datos

Antes de iniciar el estudio traceológico, todas las superficies fueron lavadas con agua, jabón neutro y un cepillo suave. Seguidamente, en el caso de las superficies experimentales, así como en el de las muestras para los niveles de observación 3 y 4, las superficies fueron también limpiadas con alcohol. El registro del estado de las superficies en el **nivel 1** de observación se realizó a nivel macroscópico y mediante la toma de fotografías con un cámara digital Nikon modelo D100, funcionando como *Single Lens Reflex* (objetivo macro 60mm). Paralelamente al registro fotográfico, el dibujo técnico a escala de los ítems analizados también ha funcionado como soporte para documentar la distribución de las trazas de uso sobre las superficies de desgaste observadas en cada caso (Volumen II).

Para el **nivel 2** de observación, en nuestro caso particular, el trabajo de campo realizado en los yacimientos de Próximo Oriente planteó problemas logísticos respecto al acceso a un laboratorio y a los instrumentos de microscopía necesarios para llegar a cabo el estudio funcional del material arqueológico. A esta situación se le suma el gran tamaño que pueden llegar a tener los artefactos macrolíticos de molienda, lo cual impide su análisis con los microscopios de laboratorio habituales. Por una parte, estos problemas logísticos fueron solventados mediante la utilización de un dispositivo especial para objetos grandes (lupa binocular Olympus SZ60, 10-50x), compuesto por un brazo móvil que sostiene la óptica de la lupa para poder ser desplazada por encima del objeto de análisis<sup>28</sup>.

Por otra parte, se llevó a cabo el diseño de un microscopio de luz incidida (10-400x) que pudiera ser portátil y adaptable a objetos de grandes dimensiones. La óptica de un microscopio con objetivos Kiowa y oculares Leitz fue acoplada a una base de metacrilato con una tabla de coordenadas que permitiera trasladar el microscopio a partir de tres ejes X-Y-Z por encima del objeto de estudio. La iluminación se compone de un arco de *leds* que rodea el objetivo del microscopio, el cual cuenta con un regulador de intensidad. Todo ello se montó sobre una estructura de tubos de duraluminio ultraligero, material escogido para que pudiera ser desmontable y transportable con facilidad (fig.II.5.2).

Finalmente, el registro de las imágenes se llevó a cabo con una webcam especial para microscopio y con el software ScopePhoto®.

---

<sup>28</sup> Esta lupa binocular adaptable a objetos de grandes dimensiones forma parte del equipo del Departamento de Prehistoria de la UAB. En el marco del presente trabajo, esta lupa pudo ser utilizada durante el programa experimental realizada en el campus de Bellaterra.



Fig. II.5.2. Microscopio portátil para el análisis de objetos de grandes dimensiones. La toma de microfotografías se realiza mediante la conexión a un ordenador y con el software informático ScopePhoto®.

Una vez realizado el análisis de los dos primeros niveles de observación, se iniciaron **dos métodos de muestreo** para los siguientes niveles de observación 3 y 4. En el caso de los ítems arqueológicos fracturados y en los ítems experimentales, se extrajeron fragmentos de varias zonas de las superficies activas (2-3cm<sup>2</sup> de extensión) para que pudieran ser observados en el laboratorio (LTDS). Por otro lado, en el caso de los ítems arqueológicos enteros se recurrió a la toma de moldes de silicona de las superficies activas. SILFLO® es un tipo de silicona desarrollada en dermatología, de viscosidad baja y alta resolución, por lo que es utilizada habitualmente por los ingenieros del LTDS. En un trabajo previo (Bofill 2012), fue testeada la viabilidad de este tipo de siliconas sobre superficies de molienda en basalto, obteniendo un notable grado de réplica entre la superficie original y su molde de silicona. Concretamente, los resultados preliminares indicaron que el uso de este tipo de silicona para generar réplicas de superficies resulta óptimo para una caracterización general de la topografía en útiles de basalto, pero no consigue la suficiente precisión que requiere la caracterización del pulido a nivel microscópico. En el capítulo 3.4 se muestran los resultados del análisis sobre muestras de superficies originales.

Para los siguientes **niveles 3 y 4**<sup>29</sup>, la selección de las técnicas de medición (ver supra *Análisis cuantitativos en traceología*), no es arbitraria sino que está supeditada al objeto de estudio y a sus características. Desde el punto de vista metrológico, los instrumentos de medición se distinguen por cuatro parámetros que caracterizan su funcionamiento: la resolución vertical, la resolución lateral, la extensión vertical máxima (z) y la extensión lateral de la zona de análisis (x, y)(Vargiolu 2008). De esta forma, en función del tipo de relieve que presente del corpus de superficies a analizar, junto al nivel de detalle que persiga el análisis, deberán ser escogidos los

<sup>29</sup> El análisis de los niveles de observación 3 y 4 de muestras arqueológicas y experimentales se desarrolló en dos estadas en el *Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systemes (École Centrale de Lyon)*, en colaboración con Hara Procopiou, Roberto Vargiolu, Hassan Zahouani y Mohammed Ben Tkaya. Todos los instrumentos de medición descritos a continuación forman parte del equipamiento del LTDS-École Centrale de Lyon.

dispositivos de medición más adaptados. A partir del nivel 3, el análisis se ha centrado en la caracterización cualitativa y cuantitativa de los pulidos laborales.

Por una parte, la descripción cualitativa de los pulidos se llevó a cabo con un **microscopio metalográfico** Olympus BX51M (50-200 x, Nivel 3.1). Por otra parte, para el análisis cuantitativo de los pulidos, desde el LTDS se han implementado dos niveles de observación vinculados a dos tipos de microscopios en función de la escala de análisis: el macroscópico (Nivel 3.2. **rugosímetro confocal**, resolución vertical 10nm), y el microscópico (Nivel 4.1 **interferómetro**, resolución vertical 2nm). La información topográfica obtenida con ambos dispositivos fue representada en las imágenes 3D de las superficies muestreadas (Fig.II.5.3), además de ser tratada estadísticamente con el software Topo® (ver en cap. 3.4. *Procesado de datos*).

El rugosímetro confocal combina un dispositivo óptico, el cual enfoca diferentes longitudes de onda de luz blanca en diferentes puntos, con un microscopio confocal. El dispositivo confocal selecciona las longitudes de onda enfocadas en la superficie a medir. De esta forma, conociendo la relación entre las longitudes de onda y la distancia del punto focal es posible medir las alturas generadas por la rugosidad de la superficie. En nuestro caso de estudio las dimensiones de la superficie medida con el sistema confocal son **1mm x 1mm**.

En cambio, en el interferómetro, la luz reflejada sobre la superficie a analizar es comparada con un referencial de superficies, de manera que el fenómeno de interferencia resultante es registrado con una cámara digital que produce un mapa z (x, y) de la superficie medida. Las dimensiones de la superficie medida en nuestro caso de estudio fueron **80 μm x 60 μm**.

Finalmente, en la caracterización elemental de las superficies fue utilizado el Microscopio Electrónico de Barrido (*Scanning Electron Microscope*, SEM) con un dispositivo EDS (*Energy Dispersive X-Ray Spectrometer*), el cual permite obtener una cartografía con la distribución de los elementos químicos que componen la superficie analizada (en nuestro caso, **1mm x 1mm**). Cabe destacar que las muestras de superficies de basalto resultaron ser altamente conductoras, por lo que no fue necesario el habitual baño de oro para llevar a cabo su observación con el microscopio electrónico.

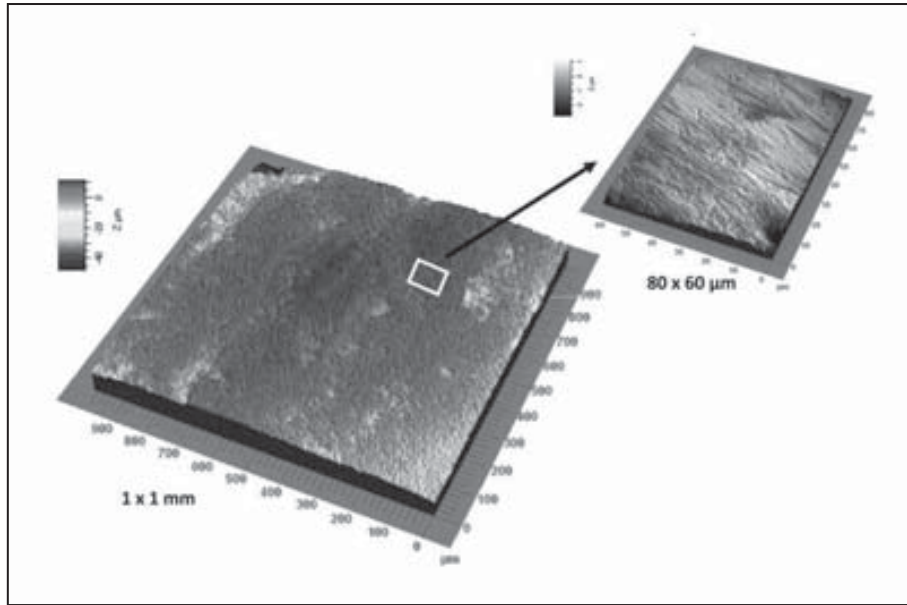


Fig. II.5.3. Ejemplo de superficie 3D obtenida con el rugosímetro confocal (1mmx1mm) y el interferómetro (80x60µm).

- Terminología descriptiva para superficies de desgaste

El término **desgaste** según el punto de vista de la tribología constituye la pérdida progresiva de materia de la superficie de un cuerpo a causa del movimiento relativo con otro sobre su superficie<sup>30</sup>. Los fenómenos de desgaste elementales se clasifican en diferentes categorías en función de las interacciones entre los cuerpos frotantes: desgaste abrasivo, desgaste adhesivo, desgaste por reacción tribo-química, y desgaste por fisura (Vargiolu 2008). Por otro lado, la caracterización de las superficies de desgaste depende altamente de la escala de observación que requiera el tipo de material y el tipo de trazas de uso. En el caso del instrumental de molienda, la implementación de un sistema multi-escala de descripción de las superficies de desgaste requiere de una definición de conceptos básicos:

-De acuerdo con la convención establecida por Adams *et al.* (2009), a partir de Adams (2002), el término **topografía** hace referencia a las variaciones en las elevaciones observadas *a visu* sobre una superficie. Además, tal y como añade Delgado (2008:189), la topografía de un artefacto está compuesta por elevaciones (zonas altas) y depresiones (zonas deprimidas).

-El siguiente nivel de observación con aumentos permite distinguir las variaciones de la **microtopografía**, la cual se divide entre microtopografía alta (platós y cúspide de los granos) y microtopografía baja (interior de vesículas y depresiones, fosillas de piqueteado, etc.). Para la descripción física de la microtopografía utilizaremos los términos de asperezas (protuberancias) e intersticios (anfractuosidades) (Delgado 2008:190).

A continuación, en el análisis cuantitativo de superficies (niveles 3 y 4), la **imágenes 3D** es considerada como un soporte visual para ilustrar los fenómenos de transformación de las superficies, además de constituir un instrumento de análisis para la comprensión de los

<sup>30</sup> Para una introducción general a los conceptos sobre procesos de desgaste entre cuerpos sólidos, ver Astruc & Vargiolu 2004, y Vargiolu 2008.

fenómenos tribológicos responsables de estas transformaciones. En este sentido, el enfoque permite evaluar las superficies atribuyendo un valor a un parámetro que describa una particularidad física del relieve de la superficie. La caracterización es sin duda un aspecto delicado, ya que cada superficie es un objeto físico complejo por lo que se recurre a una representación numérica a partir de una imagen digital de la misma. El análisis consistirá en extraer de estas representaciones aquella parte de la información que contiene y que sea pertinente para poder definir ciertas propiedades de la superficie (físicas, ópticas, táctiles...) y poder comparar diferentes superficies entre ellas (Vargiolu 2008).

Para medir el relieve de una superficie, los rugosímetros están equipados de técnicas de barrido de superficies que permiten transformar las variaciones de altitudes en coordenadas  $z(x,y)$ . Por ello, la adquisición de una imagen topográfica se realiza mediante el registro de una sucesión de perfiles 2D, en los que cada punto de la superficie es referenciado por sus tres coordenadas espaciales (Fig. III.4.1X)(Vargiolu 2008).

#### *- Protocolo de análisis de superficies*

##### Nivel 1. La descripción general de la topografía del útil (observación macroscópica)

1.1. Topografía. La descripción general del estado de las superficies del útil ha sido realizada macroscópicamente durante las campañas de estudio de materiales. El primer nivel de observación permite realizar una primera clasificación de superficies y de macrotrazas (Fig.II.5.4; 1.5.1), formadas por el desgaste producido durante la manufactura, el mantenimiento y el uso de los útiles. En este primer nivel resulta esencial realizar una comparación entre las superficies desgastadas y superficies inalteradas (no usadas) para poder llegar a evaluar los procesos de desgaste que han modificado las superficies activas. Para ello, la distribución de estos patrones de desgaste sobre la topografía del útil es definida a partir de dibujo técnico con tramas estandarizadas (Volumen 2).

Estado de las superficies	Trazas macroscópicas
1.1.1 Natural	1.1.8 Trazas lineales: a. Estrías (<0,5mm), b. Rascadas (0,5-2mm), c. Incisiones (>2mm).
1.1.2 Piqueteado intenso	1.1.9 Nivelado de granos
1.1.3 Piqueteado leve / usado	1.1.10 Negativos de talla
1.1.4 Homogeneización-rugosa	
1.1.5 Homogeneización-lisa	
1.1.6 Pulido leve	
1.1.7 Pulido intenso	

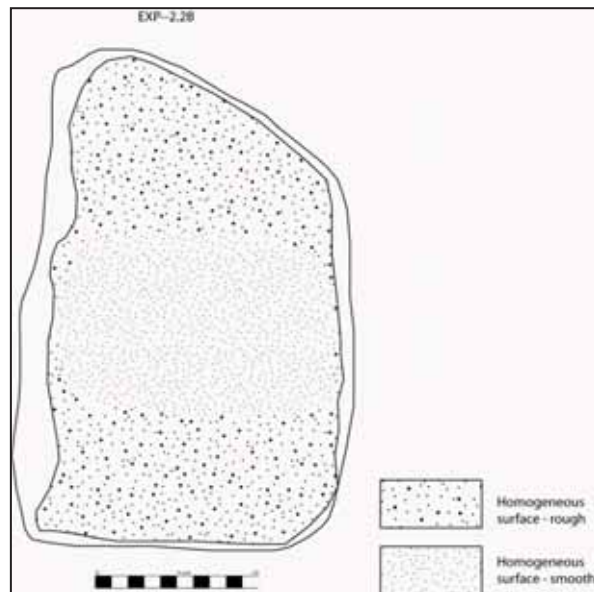


Fig. II.5.4. Clasificación general del estado de las superficies (Nivel 1 de observación, escala macroscópica). Ejemplo de dibujo técnico de un molino experimental con la distribución de trazas de desgaste macroscópicas.

1.2. Morfología. La sección de los platós de homogeneización pueden ser plana o convexa (Fig.II.5.5).

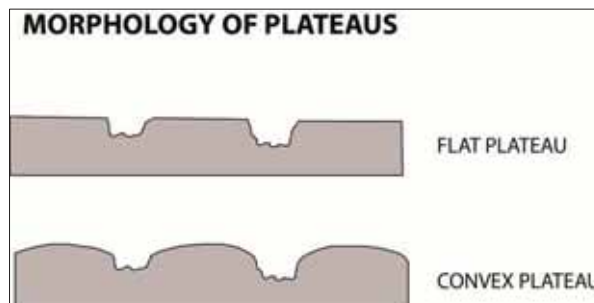


Fig. II.5.5. Morfología en sección del plató de homogeneización de las superficies.

La primera escala de observación a nivel macroscópico constituye la base del análisis de los patrones de desgaste. A través de la distribución de los patrones de trazas sobre la topografía



del útil es posible diferenciar entre varios procesos de formación. Un ejemplo claro en relación a los pulidos, corresponde con la distinción entre un pulido intencional del reverso de las moletas, fruto del proceso de manufactura, de un pulido no intencional, producido por el desgaste por fricción entre las caras activas del molino y la moleta.

Las **fosillas de piqueteado** son una de las macrotrazas más comunes entre el utillaje de molienda y trituración. El piqueteado, ya sea como procedimiento técnico para la manufactura de objetos o para el mantenimiento de sus superficies activas, se identifica a partir de la observación de depresiones y protuberancias causadas por impactos de percusión directa mayoritariamente. Semenov (1981:135) advierte que la técnica de piqueteado no es posible en piedras con estructura homogénea, como el sílex (provocaría fisuras y roturas), sino que se aplica a rocas granulosas (por ej. granito, pórfido, andesita, diorita, basalto). Según el autor, la finalidad de esta técnica no es otra que la de “eliminar poco a poco en el objeto en elaboración, todo el material innecesario mediante la aplicación de suaves golpes verticales con un guijarro estrecho o un fragmento de roca dura y angular”. En segundo término, el piqueteado también es aplicado en etapas de reavivado de la rugosidad de una superficie activa, mediante los mismos gestos de percusión directa con un percutor lítico. En este sentido, los **negativos de talla** también deben incluirse entre las trazas de manufactura y mantenimiento de los útiles.

Una superficie originalmente piqueteada puede ser utilizada en procesos de abrasión (con otro útil, o directamente sobre la materia a trabajar), dando como resultado una superficie de **homogeneización rugosa**. Si el desgaste por frotación con otro cuerpo persiste durante un tiempo prolongado (o contra una superficie de mayor dureza), la superficie con homogeneización rugosa pasará a presentar una **homogeneización lisa**. En este segundo estadio de desgaste, las fosillas de piqueteado han quedado prácticamente borradas, aunque también pueden darse casos en los que no existe un piqueteado previo a la homogeneización rugosa/lisa. La **abrasión** y el **redondeamiento de granos** son trazas de uso vinculadas al proceso de homogeneización de la superficie.

Por otro lado, el estriamiento (presencia de **trazas lineales**) de la superficie es indicativo de la cinemática laboral (Semenov 1964; Keeley 1980), es decir, en el caso del instrumental de molienda indica la dirección del movimiento de la percusión apoyada. Las trazas lineales se clasifican en función de la anchura: a. Estrías (<0,5mm), b. Rascadas (0,5-2mm), c. Incisiones (>2mm).

Finalmente, un estadio de desgaste superior de la superficie constituye el **pulido**. Grace (1989:38) define el pulido como la alteración visible de una superficie natural que provoca el incremento de su reflectividad. En cambio, la distinción entre un pulido leve y un pulido intenso puede no deberse a la intensidad del desgaste de la superficie sino a la cinética del útil y a la materia trabajada. Por ello es necesario llevar a cabo un análisis detallado de los pulidos en los siguientes niveles de observación.

## Nivel 2. Descripción de las trazas de uso (Microtopografía, 10-50x)

### 2.1. Estado general de la microtopografía: rugosa, nivelada o pulida.

### 2.2. Descripción de las trazas de uso (Fig. II.5.6).

En la segunda escala de observación se ha considerado conveniente seguir la terminología de caracterización de trazas de uso observadas mediante microscopía de bajos aumentos que proponen Adams *et al.* (2009)<sup>31</sup>. Según su propuesta, utilizando categorías analíticas estandarizadas, se pretende trabajar en un marco general con el objetivo de comparar conjuntos de artefactos macrolíticos que pueden ser analizados por diferentes investigadores. Este sistema descriptivo requiere el uso de microscopía de bajos aumentos (lupa binocular y/o cámaras SLR). A pesar de que los términos son en ocasiones demasiado genéricos para la descripción en detalle de las trazas, en este segundo nivel de observación este esquema metodológico nos permite obtener una clasificación preliminar de patrones de huellas producidas por la manufactura, el uso y el mantenimiento de los útiles. A partir de los siguientes niveles de análisis (3 y 4), la caracterización de las trazas será completada.

	Distribución	Densidad	Incidencia	Orientación	Disposición	Dimensiones Métricas	Morfo Longit	Refelctividad
2.1.1 Trazas lineales	x	x	x	x	x	x	x	
2.1.2 Pulido	x	x	x					X
2.1.3 Nivelado relieve	x	x	x				x	X
2.1.4 Redondeamiento de granos		x	x					
2.1.5 Fosillas y extracción de granos	x		x				x	
2.1.6 Fracturas						x		

Fig II.5.6. Principales criterios para describir las diferentes trazas de uso en el nivel 2 de observación (a partir de Adams *et al.* 2009).

<sup>31</sup> Dubreuil & Savage (2014) también destacan los límites de la propuesta analítica de Adams *et al.* (2009) en el caso de implementos macrolíticos de grano fino, como puede ser el basalto.

2.3. Microtopografía Alta: Grado de rugosidad (baja, media, alta)(Fig.II.5.7).

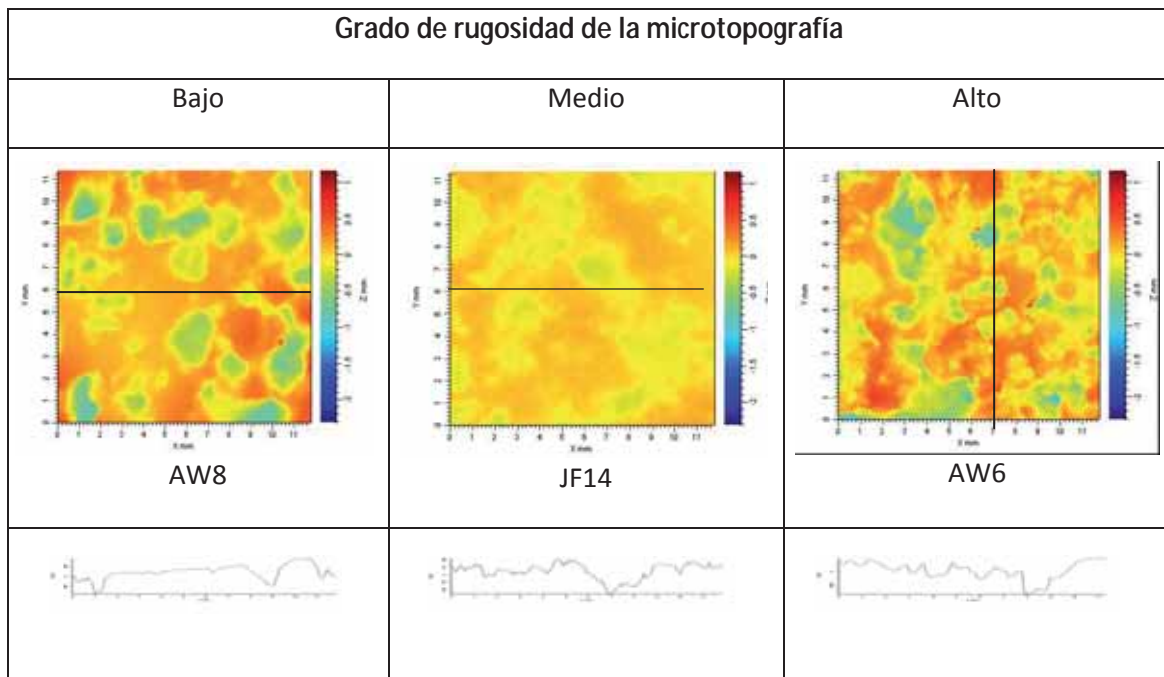


Fig. II.5.7. Grado de rugosidad de la microtopografía. Imágenes captadas con el rugosímetro y procesadas con software Topo® (LTDS).

2.4. Microtopografía Baja: Alterada o inalterada.

2.5. Desgaste diferencial entre minerales: Describir si existe un desgaste diferente entre los diversos componentes minerales de la superficie.

Nivel 3.1 Descripción cualitativa del pulido (sobre muestras de superficies, 50-200x)

En el tercer nivel de observación se propone abordar una clasificación de los pulidos observados en la microtopografía de las superficies activas. Las técnicas que han sido testadas ofrecen una vía de caracterización por medio de criterios cualitativos (nivel 3.1) y una segunda vía de caracterización de las superficies utilizando técnicas de análisis cuantitativo (nivel 3.2).

En la primera etapa de caracterización cualitativa las observaciones se llevan a cabo por microscopio metalográfico (50-200x). Los criterios descriptivos son los siguientes:

3.1.1. Presencia y distribución del pulido: cubriendo toda la muestra, o localizada en determinadas áreas.

3.1.2. Morfología (en planta): Formando playas o zonas de puntos (Fig.II.5.8).

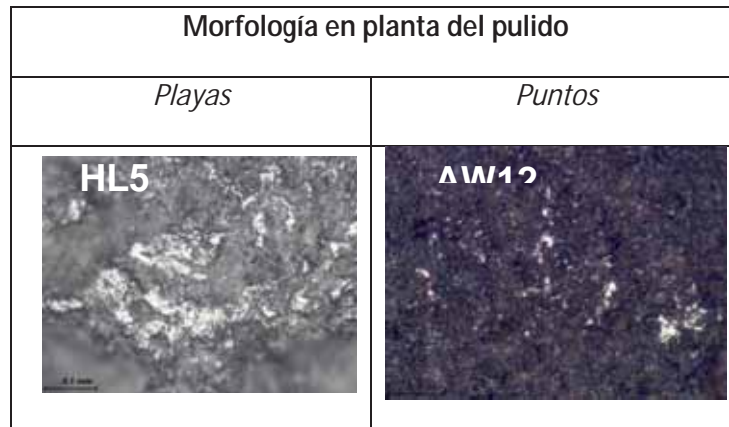


Fig. II.5.8. Morfología en planta del pulido (playas, puntos).

3.1.3. Incidencia: Cubriendo la microtopografía alta y la baja (intersticios, vesículas), o restringida a la microtopografía alta.

3.1.4. Tipo de textura: *micropitted*, depósito o serrada (Fig.II.5.9).



Fig. II.5.9. Textura del pulido: micropitted, depósito, serrada.

3.1.5. Brillo: Grado bajo, medio o alto (Fig.II.5.10).

Grado de intensidad del brillo del pulido		
Bajo	Medio	Alto
 <p><b>F-12</b></p>	 <p><b>E-15</b></p>	 <p><b>AW1-</b></p>

Fig. II.5.10. Grado de intensidad del brillo del pulido: bajo, medio, alto.

3.1.6. Estrías: Presencia y descripción (pequeña/gran cantidad; orientación aleatoria/concéntrica/paralela/oblicua/perpendicular; largo; disposición sobre/debajo del pulido).

Niveles 3.2, 4.1 y 4.2. Descripción cuantitativa del pulido (sobre muestras de superficies)

Finalmente, la caracterización cuantitativa del micro-relieve de los pulidos (niveles 3.2. y 4.1), así como la caracterización elemental de las superficies pulidas (nivel 4.2) serán abordadas en el capítulo 3.4, junto a la explicación de los parámetros de descripción topográfica implementados en este trabajo.

## 2.5.4. La experimentación con útiles de molienda y trituración

### - Antecedentes

Los programas experimentales constituyen, al igual que en otros ámbitos de la tecnología, la base empírica para realizar estudios sobre trazas de uso en implementos de molienda. La creación de un referencial experimental para contrastar hipótesis funcionales puede estar guiada por diversos objetivos. El primero de ellos suele ser el de comprender los procesos técnicos en los que participaron los útiles arqueológicos. La experimentación permite evaluar la eficiencia de un tipo de útil en el procesado de determinadas materias (por ej. molienda de grano); de una materia prima sobre la que se manufactura el útil (por ej. basalto); o para evaluar la viabilidad de un modo de uso (cinemática concreta) mediante el cual se utiliza el instrumento (por ej. percusión apoyada).

En segundo lugar, los programas experimentales pueden estar diseñados con el fin de obtener un corpus de superficies activas de referencia sobre las cuales los procesos de formación de trazas de uso sean conocidos y que, por tanto, puede actuar como referencial para describir las trazas de uso diagnósticas de la materia trabajada y del modo de uso (gesto técnico) del instrumento. Hasta algunos años, los estudios traceológicos centrados en el utillaje de molienda y trituración han sido situados en un estadio exploratorio y didáctico (Plisson 1991; Dubreuil 2004). Sin embargo, el desarrollo en los últimos años de numerosos trabajos experimentales con útiles de molienda de diferentes materias primas líticas (Adams 1989, 1999; Procopiou 1998; Menasanch *et al.* 2002; Dubreuil 2002; Hamon 2006; Delgado 2008; ver lista completa en Adams *et al.* 2009), así como las recientes propuestas de establecer un referencial común de procedimientos y terminología descriptiva (Adams *et al.* 2009), señalan un notable avance en la metodología funcional sobre este tipo de utillaje.

Los programas experimentales pueden estar diseñados según un enfoque exploratorio (control reducido sobre las variables implicadas) o sistemático (control exhaustivo de las variables que afectan la formación de trazas de uso). La elección de uno u otro depende de los objetivos del programa experimental. Si el principal objetivo del programa es determinar el grado de implicación de todos los parámetros en la formación de las trazas de uso, es imprescindible llevar a cabo un control sistemático de todas las variables experimentales (temperatura y humedad del ambiente, rapidez y presión del gesto técnico, estado físico de la materia a trabajar, etc.). Este tipo de procedimientos suele implicar el desarrollo de la experimentación en un laboratorio.

En el marco del presente trabajo de investigación, nos planteamos desarrollar un eje prioritario de análisis centrado en la determinación del gesto técnico según el cual fueron utilizados los artefactos, y de la materia trabajada. Por eso, nos hemos basado en primera instancia en la materia prima mayoritaria en la base de datos de los yacimientos estudiados, el basalto, en el gesto técnico mejor documentado y la percusión apoyada alternativa (vaivén y circular).

Por otra parte, los estudios basados en réplicas experimentales no solo ayudan a determinar la mejor solución técnica para un determinado proceso de trabajo sino que en ocasiones nos permiten reconocer en que situaciones el usuario realizó elecciones inesperadas o elecciones que generan una solución satisfactoria en detrimento de la solución más óptima (Adams, 2002, p.62).

*- Presentación del programa experimental. Hipótesis, objetivos y diseño de la experimentación*

La revisión a los estudios previos realizados en la zona y en el mismo contexto histórico (Nierle 1983, Dubreuil 2002, 2004), junto a otros contextos de comparación arqueológicos y etnográficos (Roux 1985, Hayden 1987, David 1998), indican que la función principal de los equipos de molienda se orienta al procesado de plantas, principalmente cereales. Sin embargo, tal hipótesis funcional debe considerar también a su vez la plurifuncionalidad que este utillaje ha demostrado tener en numerosos casos de estudio. Por otra parte, el contexto funcional en el cual se inscriben los conjuntos artefactuales de molienda estudiados permite observar un abanico de posibilidades funcionales en los cuatro yacimientos analizados (ver

cap. 3.2<sup>32</sup>). El panorama resultante ha guiado el diseño del programa experimental que presentamos a continuación (Fig. II.5.11). Respecto a la manufactura de los ítems experimentales, esta también se ha basado en el referente arqueológico, y se resume de la siguiente forma:

- 1º) Secuencias ocasionales de talla para eliminar partes indeseadas del bloque original;
- 2º) Piqueteado sobre las zonas principales del bloque que requieran una formatización (cara activa, laterales, reverso en el caso de las moletas);
- 3º) Abrasión de las caras activas para su adecuada correspondencia morfométrica con el útil de molienda (superior o inferior) con el que será utilizado. Esta etapa se realiza mediante la abrasión del molino contra moleta.

De esta forma, en nuestro trabajo los objetivos concretos del programa experimental son:

- **Obtener un referencial de superficies experimentales** cuyos procesos de desgaste hayan sido controlados y documentados para su posterior evaluación. La variable materia primera ha sido controlada mediante el uso de bloques de basalto recolectados en las fuentes de aprovisionamiento potencialmente explotadas por los asentamientos estudiados en este trabajo (ver cap. 3.1). De esta forma ha sido posible crear una base de datos experimental para su posterior correlación con las superficies arqueológicas. En definitiva, nuestro foco de interés se ha centrado en la determinación del modo de uso del artefacto (gesto técnico) y de la materia trabajada.
- **Testear el valor funcional de las etapas técnicas de configuración del útil** (cara activa, reverso, laterales, etc.), orientadas tanto a facilitar el manejo del instrumento, como a eliminar las irregularidades que dificulten la tarea de abrasión o percusión.

Para ello se ha preparado una ficha de experimento que contiene las principales cuestiones a registrar durante la experimentación. Tras cada secuencia experimental, se anotan los tiempos y los movimientos efectuados, se limpian las superficies activas de ambos útiles con agua y jabón, y se dejan secar para ser observadas y descritas a nivel macroscópico con la lupa binocular (10-50x). El registro de la evolución del desgaste se completa con fotografías generales de los útiles, fotografías en detalle con macro-objetivo de las superficies y dibujos a modo de croquis. Finalmente, se recogen muestras del producto obtenido, se toman moldes de silicona de las superficies y, en determinados casos, se recogen muestras en forma de fragmentos de superficies para el posterior análisis microscópico en el laboratorio.

---

<sup>32</sup> Sobre el corpus de materias susceptibles de ser procesadas, se ha tomado como referencia aquellas materias cuyas evidencias de procesado (o al menos presencia en el registro) se han documentado en los yacimientos estudiados (Cap. 3.3). Por otra parte, también se tendrán en cuenta las materias cuya documentación o preservación en el registro resulte dificultosa, como por ejemplo, el procesado de pieles animales.

<u>Grupo Material</u>	<u>Nº Exp.</u>	<u>Actividad de molienda, abrasión o trituración</u>	<u>Nº Réplica exp.</u>
1. Fabricación útiles basalto	1.1	Preparación bloques experimentales - Piqueteado	1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 1.1.4; 1.1.5; 1.1.6; 1.1.7
	1.2	Preparación bloques experimentales - Abrasión moleta Vs molino	1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.2.4; 1.2.5; 1.2.6; 1.2.7
2. Procesado Mat. Vegetales	2.1	Descascarilado de <i>H. Vulgare</i>	2.1a
		Descascarilado de <i>T. monococcum</i>	2.1b
	2.2	Molienda de <i>H. vulgare</i>	2.2a
		Molienda de <i>H. vulgare</i>	2.2b
	2.3	Trituración y molienda de <i>Lens culinaris</i>	2.3
	2.4	Trituración de <i>Fava</i>	2.4
	2.5	Trituración de frutos (almendras- <i>Amygdalus</i> )	2.5
2.6	Abrasión de madero de fresno ( <i>Fraxinus</i> )	2.6	
3. Procesado Mat. Minerales	3.1	Fabricación de ornamento de caliza blanda - Abrasión	3.1a; 3.1b
4. Procesado Mat. Animales	4.1	Perforación ornamentos concha ( <i>Cypraea</i> ) - Abrasión	4.1
	4.2	Industria ósea (costilla <i>vacuno</i> ) - Abrasión	4.2
	4.3	Trabajo de la piel - Limpieza cabrito	4.3.1a
		Trabajo de la piel - Limpieza jabalí	4.3.1b
		Trabajo de la piel - Flexibilización cabrito	4.3.2a
		Trabajo de la piel - Flexibilización jabalí	4.3.2b

Fig. II.5.11. Listado de experimentaciones realizadas en el trabajo de tesis (ver cap. 3.2).

### 2.5.5. Análisis de residuos

#### - Métodos de análisis de residuos sobre la materia trabajada

El análisis de residuos sobre instrumentos arqueológicos como vía para aproximarnos a las materias trabajadas ha sido abordado ampliamente a partir de diversas técnicas incluyendo: los análisis microscópicos, difracción de rayos X y la cromatografía de ácidos grasos, entre otros. A modo de presentación general destacamos varios tipos de residuos y algunos ejemplos de análisis realizados por diversos autores:

a) Materias minerales como los pigmentos (Sotiropoulou *et al.* 2010), sal, inclusiones minerales en la cerámica; minerales utilizados en técnicas de curtido de pieles, etc.

b) Materias orgánicas como los residuos de plantas comestibles conservados en forma de fitolitos (Procopiou 2003; Albert & Portillo 2005), granos de almidón (Field & Fullagar 1997;



Piperno *et al.* 2004, o análisis combinados de fitolitos y almidones en Pearsall *et al.* 2004) o mediante el análisis de ácidos grasos (Formenti & Procopiou 1998).

De las diversas técnicas de análisis disponibles, el análisis de fitolitos ha sido implementado en el análisis funcional de los artefactos arqueológicos de las 4 series estudiadas en este trabajo, así como también fue incluido en el programa experimental sobre molienda con útiles de basalto. La identificación de fitolitos permite caracterizar la planta de origen procesada sobre el instrumento, además de aportar información sobre las técnicas de preparación de los granos en el caso de los cereales.

#### *- El análisis de fitolitos. Introducción*

Los fitolitos son fragmentos microscópicos de sílice localizados en los tejidos vegetales, concretamente en las paredes de los tallos, las vainas y los racimos de las plantas. El hecho de que la sílice de los fitolitos adopta y conserva la forma de las células de la planta en vida aún después de producirse la descomposición de las partes orgánicas de la planta, permite llevar a cabo la identificación taxonómica de la planta de origen. En especial, las vainas de los granos de las gramíneas (glumas y glumelas) son las que presentan los fitolitos más característicos del género, incluso de la especie en cuestión. Los granos, en cambio, no tienen fitolitos y, por lo tanto un descascarillado previo a la molienda podría eliminar la mayor parte de esos restos de los cereales (Procopiou *et al.* 2002).

Los trabajos sobre análisis de fitolitos realizados hasta el momento han podido determinar actividades relacionadas con la selección, almacenamiento y técnicas del procesado y utilización de plantas (Procopiou 2003), evaluar el rol económico de una determinada especie vegetal (por ej. el maíz, Pearsall *et al.* 2004), así como también identificar áreas concretas de procesado en los yacimientos (Portillo *et al.* 2009, 2010). Por otro lado, las experimentaciones sobre el procesado de cereales también han determinado la alteración mecánica que pueden sufrir las estructuras silíceas (fitolitos) durante los procesos de descascarillado y molienda. A partir del análisis de los diferentes tipos de fracturas (márgenes irregulares/regulares) observados sobre los fitolitos, se puede llegar a inferir la técnica de procesado implementada (Anderson 1999; Procopiou *et al.* 2002).

Existen condicionantes metodológicos (Procopiou 1998:175, fig.88) básicos para realizar este tipo de análisis. En este caso, la toma de muestras debe incluir ejemplares de control del mismo contexto arqueológico con el fin de evaluar el grado de contaminación que pueden presentar las muestras asociadas a los útiles

#### *- Metodología y análisis realizados sobre las 4 series arqueológicas*

En el marco del presente trabajo de investigación se realizó un estudio a partir de un conjunto de muestras de las cuatro series arqueológicas analizadas. Las muestras fueron extraídas de las caras activas de los útiles durante las campañas de estudio de materiales<sup>33</sup> y con la ayuda de

---

<sup>33</sup> El hecho de trabajar con materiales arqueológicos recuperados en campañas de excavaciones anteriores al inicio del trabajo de tesis ha impedido poder contar con muestras de control de sedimentos de los contextos arqueológicos de las piezas analizadas. Considerando esta carencia metodológica, los resultados obtenidos han sido tomados con prudencia.

una jeringuilla con H<sub>2</sub>O. Posteriormente, la extracción química de los fitolitos (M. Portillo) a partir de las muestras de campo ha sido realizada en el Laboratorio del Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología de la Universidad de Barcelona. La metodología utilizada sigue la propuesta de Albert *et al.* (1999) (ver Anexo 2), en la que se implementan análisis morfológicos, morfométricos y cuantitativos.

Una vez comprobada la conservación de estructuras silíceas (fitolitos) sobre las muestras arqueológicas, se amplió el muestreo sobre más útiles arqueológicos de las 4 series estudiadas y se incluyeron también muestras experimentales (Bofill *et al.*, submitted; Portillo *et al.*, 2014). En la experimentación, los objetivos del análisis de residuos se centraron en evaluar el impacto del procesamiento de los granos de cereal<sup>34</sup>, concretamente la degradación mecánica que pueden sufrir los fitolitos durante el descascarillado y la molienda con útiles macrolíticos. Para ello, se llevó a cabo una estrategia de multi-muestreo de cada ítem (lavado, raspado en seco y sonicado). La metodología de análisis de laboratorio implicó la separación de las distintas partes de la planta por separado (inflorescencia, tallo y hojas) y la carbonización controlada de las muestras experimentales para poder ser comparadas con las muestras arqueológicas (ver detalles en cap. 3.4; y Portillo *et al.* 2014). De esta forma, los resultados podrán vincularse con los procesos tafonómicos y la preservación de los fitolitos en contextos arqueológicos.

Los resultados globales de todo el análisis de residuos silicios se presenta en el cap. 3.4.

---

<sup>34</sup> Para el análisis de residuos fueron utilizadas espiguillas de *T. monococcum* moderno cultivado experimentalmente en el Institut de Préhistoire Orientale del CNRS en Jalès, sur de Francia (cortesía de G. Willcox, e identificación realizada por Ramón Buxó).

## Parte 3

وإن خَلِقَتْ لَهَا إِنْ لَمْ تَكُنْ طَبِيبًا

لِرَاحِ يَكْتَسِبُ فِيهِ مَعْنَاؤُهُ طَبِيبًا

الأخطال الصغير

نَفْسِيَّةً مَعْنَى الْعِلْمِ وَالظَّرْفِ وَالْأَدَبِ

لَوْ أَلْفَتْ الْمَجْدَ سَفَرًا عَنْ مَفَاضِرِهِ



### **INTRODUCCIÓN A LA PARTE 3**

En esta parte del trabajo se presenta el análisis y los resultados de la implementación de la propuesta metodológica planteada en la parte 2 sobre los casos de estudio de Jerf el Ahmar, tell Halula, tell Aswad y tell Arqa, cuyos yacimientos fueron introducidos en la primera parte. En primer lugar, se presentan los resultados del **análisis de la materia primera de los útiles**, incluyendo las prospecciones de campo realizadas, la toma de muestras y su análisis petrográfico (completado a su vez por las analíticas realizadas en el Laboratorio de Geología de la UAB, ver Anexo 1).

En segundo lugar, se mostrará el desarrollo del **programa de experimentación** sobre actividades de molienda con útiles de basalto, y los resultados obtenidos en relación al utillaje arqueológico.

En tercer lugar, se expone el **análisis tecnológico y funcional (niveles 1 y 2 de observación)** de cada uno de los conjuntos estudiados, y se presentan los resultados obtenidos en relación a la dinámica socio-económica y tecnológica observada en cada una de las comunidades neolíticas que los fabricaron y utilizaron a lo largo de la ocupación de cada asentamiento.

Un yacimiento de cronología posterior, la Edad del Bronce, y situado en la región cercana del Valle del Akkar (Líbano) ha sido incluido parcialmente en el trabajo de investigación. El estudio del conjunto de molienda de **tell Arqa** presenta notables similitudes en cuestión de materia prima, tecnología de fabricación, morfometría y funcionalidad con los conjuntos neolíticos tratados anteriormente. Además, la muestra analizada procede de un contexto excepcional por su vinculación directa con el ciclo de producción agrícola, ya plenamente consolidado en este periodo, y con evidentes signos de intensificación de la producción. Precisamente la vinculación directa de los molinos de tell Arqa con el procesado de cereales propició su inclusión en el análisis funcional de todo el conjunto, ya que el este conjunto del Bronce ha actuado como referente directo en el proceso de interpretación del resto de los conjuntos. Sin embargo, el resto de cuestiones vinculadas a la gestión de este utillaje en tell Arqa (selección de la materia prima, morfometría, etc.) serán tratadas de manera puntual debido a que el estudio de este conjunto se encuentra en proceso de finalización.

Finalmente, en el cuarto capítulo de esta parte se lleva a cabo el análisis conjunto de los diversos aspectos tratados en el **estudio funcional del utillaje**, concretamente el **análisis de trazas de uso a grandes aumentos (niveles 3 y 4 de observación)** de los artefactos, y el **análisis de residuos** (fitolitos) de una serie de muestras procedentes de las caras activos de los mismos.



### **3.1. Análisis de la materia prima y de las fuentes de aprovisionamiento disponibles**

#### **Introducción y objetivos**

Las técnicas de análisis de materias primas líticas implementadas en trabajos anteriores sobre utillaje macrolítico han sido adaptadas tanto a los objetivos principales de la investigación, como a las posibilidades del presente proyecto (ver *supra* cap.2.2 *Metodología*). En nuestro caso de estudio, el análisis de las materias primas de los útiles se ha centrado en resolver dos focos principales de objetivos:

a) **La caracterización de la variabilidad de materias primas** presente en cada uno de los cuatro conjuntos artefactuales estudiados. En primer lugar, desde el punto de vista tecnológico, la caracterización ha permitido identificar si existen patrones recurrentes en la selección de materias primas para la fabricación de determinadas categorías de útiles (cap. 3.4). En segundo lugar, en relación con el análisis funcional de los útiles, ha sido relevante comprobar qué papel juega la variedad de rocas documentada, y la variabilidad registrada en un mismo tipo de roca (concretamente del basalto) en el desarrollo de los patrones de desgaste observados (cap. 3.4). El interés se ha centrado en poder incluir el factor de la materia primera en el debate sobre identificación de las trazas de uso.

b) **Aproximación a las fuentes de aprovisionamiento de materias primas** para la fabricación de útiles de molienda y trituración. Las hipótesis de partida sobre las áreas-fuente que, por cuestiones de proximidad y disponibilidad se presentan como las opciones más probables, serán contrastadas con los datos obtenidos tras las prospecciones realizadas en el marco del trabajo de tesis doctoral.

#### **Metodología**

Para llevar a cabo el estudio de la materia prima, los métodos y técnicas utilizados se describen en el Capítulo 2.2 del presente trabajo, y se resumen en:

- La consulta de la información previa disponible (prospecciones anteriores, trabajos sobre geología y geomorfología de las zonas de estudio, cartografía geológica, etc.).
- El diseño de un sistema de clasificación petrológica de los grupos de materias primas, documentados en los casos de estudio a partir de criterios macro y microscópicos.
- La realización de prospecciones en las áreas potencialmente disponibles para el abastecimiento de materias primas líticas en cada caso de estudio.

#### **3.1.1. Resultado de la clasificación en grupos de materia prima y tamaño de los soportes.**

##### *Resultado del análisis macroscópico*

En una primera fase del estudio de la materia prima, el objetivo principal se centró en identificar y caracterizar la variabilidad litológica documentada a nivel *intra* e *inter-site*. Esta primera parte se concretó con la definición de grupos de materia prima a partir de criterios macroscópicos (Fig. III.1.1).

MATERIA PRIMERA		JERF EL AHMAR		TELL HALULA		TELL ASWAD		TELL ARQA		TOTAL		
Tipo	Clasificación	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Rocas ígneas	Efusiva / Volcánicas	Basalto	58	13,8	161	67,4	99	83,2	220	100	538	54
		Traquita	0		2	0,8					2	0,2
		Pumita	0		1	0,4	10	8,4			11	1,1
	Intrusivas / Plutónicas	Gabro/Dolerita	0		0		3	2,5			3	0,3
		Granito	50	11,9	1	0,4					51	5,1
		Pórfido	62	14,8	0						62	6,2
		Pegmatita	7	1,7	1	0,4					8	0,8
	Intrusiva indet.	36	8,7	14	5,9					50	5	
Rocas sedimentarias	No detríticas	Caliza	165	38,9	49	20,5	4	3,4			218	21,9
	Detríticas	Conglom/Brecha	5	1,2							5	0,5
		Arenisca/Gres			6	2,5					6	0,6
Rocas metamórficas		Mármol	5	1,2						5	0,5	
		Cuarcita	18	4,3	2	0,8				20	2	
Indet			13	3,1	2	0,8	3	2,5		18	1,8	
Total			419		239		119		220	997		

Fig. III.1.1. Clasificación de las materias primas líticas identificadas en los cuatro yacimientos estudiados.

### ***Resultado del análisis petrográfico mediante lámina delgada***

El análisis petrográfico llevado a cabo por los especialistas en geo-arqueología X. Clop, R. Estrada y A. Álvarez se ha realizado sobre un conjunto de muestras seleccionadas entre las dos materias primas líticas mayoritarias, las rocas basálticas y las rocas calizas (Anexo 1). El conjunto de muestras se estableció a partir de una selección representativa de los diferentes tipos de basaltos descritos en las figuras II.2.7-II.2.8 (Cap. 2.2), ordenados según la presencia o no de vesículas, grado de *vesicularidad*, granulometría y composición mineralógica general. En el caso de las calizas muestreadas, se incluyeron ejemplares de los dos tipos de calizas principales, determinadas a partir del tipo de textura deposicional *packstone* y *mudstone* (fig.II.2.4, Cap. 2.2).

La aportación más destacada de los resultados obtenidos por lámina delgada fue la identificación de un grupo de roca ígnea de granulometría mayor, el denominado G1 gabro/dolerita, que anteriormente había sido considerado como un basalto compacto de grano grueso (g.1.4 y g.1.5., fig. II.2.8). Una segunda aportación fue, como ya se sospechaba durante el examen macroscópico, reconocer que la variable determinante en el caso de los basaltos era la presencia o no de vesículas (cavidades), las cuales pueden estar en algunos casos rellenas de calcita (basalto tipo amigdaloides). Finalmente, el análisis de las muestras sobre caliza permitió evidenciar la posible combinación de dos texturas deposicionales en un mismo soporte (*packstone* y *mudstone*, grupo C1; fig.III.1.2).



GRUPOS MINERALÓGICOS	Tipo de roca	Clasificación	Nº muestras
B1	Ígnea extrusiva	Basalto olivínico	11
B2	Ígnea extrusiva	Basalto vesicular/amygdaloide olivínico	17
B3	Ígnea extrusiva	Basalto vesicular olivínico	1
G1	Ígnea intrusiva	Gabro/Dolerita	3
C1	Sedimentaria	Caliza tipo packstone/mudstone	1
C2	Sedimentaria	Caliza tipo packstone	3
C3	Sedimentaria	Caliza tipo wackstone dolomitizada	1

Fig. III.1.2. Tabla-resumen sobre los resultados del estudio de caracterización petrográfica por lámina delgada (anexo 1).

Integrando los resultados obtenidos mediante el análisis macroscópico en el campo con el análisis por lámina delgada de un grupo de muestras seleccionadas, se destacan las siguientes descripciones para cada grupo de rocas.

### Rocas ígneas volcánicas/extrusivas<sup>1</sup>

#### *Basaltos*

En el conjunto artefactual estudiado destaca sobre todo la presencia de basalto con olivino, un tipo de basalto alcalino que se encuentra entre el grupo de rocas hiposilícicas ( $\text{SiO}_2 < 52\%$ ). Estos basaltos se presentan bajo dos texturas principales: basaltos compactos (grupo petrográfico B1, sin presencia de cavidades internas) y basaltos vesiculares (grupos petrográficos B2 y B3, con presencia de las denominadas vesículas, a modo de cavidades internas).

El examen macroscópico indica una presencia mayoritaria de basaltos vesiculares en los yacimientos de tell Aswad (63,6%), tell Halula (73,9%) y tell Arqa (88,6%), mientras que en Jerf el Ahmar se explotan con prioridad los basaltos compactos (89,7%) (Fig. III.1.3). Entre todos ellos, los basaltos de tell Aswad no presentan diferencias significativas en el grado de *vesicularidad*, los de tell Halula presentan una ligera predilección por el BAV2 (34,2%), la cual es más notable en los de tell Arqa (BAV2=51,8%), y, finalmente, en Jerf el Ahmar sólo se documentan ejemplares de basalto del grado BAV1. Por otra parte, la morfología de las vesículas es habitualmente lenticular en los cuatro casos, y los tamaños de éstas varían ligeramente. En Jerf el Ahmar se registran los basaltos con vesículas de menor tamaño medio (1-2mm), seguido de tell Aswad (3-5mm) y tell Halula (2-10mm); por último, los basaltos de tell Arqa presentan vesículas de mayor tamaño medio (3-13mm).

<sup>1</sup> La terminología utilizada en la descripción petrográfica de las rocas ígneas se basa en Mackenzie *et al.* 1982 (anexo 1).

	Tipo BA		Grado de <i>vesicularidad</i>				Morfología vesículas			Tamaño medio vesículas		Total BA
	Total BA	% BAC	% BAV	% BAV1	% BAV2	% BAV3	% Redond.	% Lenticular	% Irregular	Min. (mm)	Max. (mm)	
Tell Aswad	99	36,4	63,6	25,3	22,2	16,2	61,9	3,2	23,8	3	5	99
Tell Halula	161	26,1	73,9	22,4	34,2	21,2	24,4	7,6	1,7	2	10	161
Jerf el Ahmar	58	89,7	10,3	10,3	0	0	100	0	0	1	2	58
Tell Arqa	220	11,4	88,6	14,5	51,8	23,6	35,4	7,7	16,4	3	13	220

Fig. III.1.3. Tabla resumen de la caracterización macroscópica del grado de *vesicularidad* de los basaltos y la morfología y el tamaño de las vesículas (variables descritas en la Fig. II.2.7, Cap. 2.2). El tamaño medio de las vesículas se calcula tomando como referencia el diámetro de las vesículas más pequeñas (min.) y las más grandes (máx.) observadas sobre la superficie activa del ítem.

Los resultados obtenidos en tell Aswad, tell Halula y tell Arqa se relacionan con numerosos casos de conjuntos artefactuales en los que se explotan preferentemente los basaltos vesiculares para la manufactura de útiles de molienda (Parte 4). Sin embargo, el caso de Jerf el Ahmar debe ser analizado a parte considerando el resto del conjunto, ya que el basalto en sí es la tercera materia prima lítica por detrás de la caliza y el pórfido. En el capítulo 3.3, se analiza la relación de esta selección diferencial de materias primas con el tipo de útil (molino-moleta, mortero-pilón).

En relación con la granulometría general de los basaltos (fig.III.1.4)<sup>2</sup>, los grupos definidos a nivel macroscópico denotan una clara heterogeneidad, en la que se documentan diferentes tamaños de los granos que forman la matriz, así como también diferencias en el tamaño de los fenocristales. Sin embargo, cabe destacar la prominencia general de los grupos de grano fino, sobre todo en el caso de los basaltos vesiculares (BV) tanto en tell Halula como en tell Aswad. Por último, destacar que durante el examen macroscópico de la materia prima de los útiles, los fenocristales identificados con mayor claridad y cantidad entre los ítems analizados corresponden a fenocristales de olivino, tanto en la variable sin alterar, como en su conversión a iddingsita, y a plagioclasa.

	GRUPOS GRANULOMETRÍA BASALTOS														
	G1 Basalto Compacto (BC)								G2 Basalto Vesicular (BV)						
	Total BC	%G1.1	%G1.1.1	%G1.2	%G1.2.1	%G1.3	%G1.4	%G1.4.1	Total BV	%G2.1	%G2.2	%G2.2.1	%G2.2.2	%G2.3	%G2.4
HALULA	42	11,9	7,1	7,1	16,7	14,3	21,4	7,1	119	21,8	5,9	10,9	12,6		
ASWAD	39	35,9	41,0	15,4	20,5	7,7	12,8	2,6	63	19,0	19,0	25,4		3,2	3,2

Fig. III.1.4. Tabla con los resultados del análisis granulométrico a partir de la observación macroscópica de los útiles en basalto de tell Halula y tell Aswad. Los grupos de basalto con grano más fino corresponden a las columnas sombreadas en gris claro, y los grupos de basalto de grano más grueso se muestran en las columnas sombreadas en gris oscuro. Consultar la definición de los grupos en la Fig.II.2.8 (cap.2.2).

<sup>2</sup> Por cuestiones de tiempo, este análisis de la granulometría general de los basaltos se ha centrado en los dos conjuntos neolíticos donde esta litología es la predominante, es decir, en tell Halula y en tell Aswad.

Con respecto al análisis petrográfico realizado por lámina prima y examen microscópico (fig.III.1.2), las muestras de basalto procedentes de ítems arqueológicos y de muestras geológicas actuales han sido clasificadas en 3 grupos mineralógicos, los cuales presentan una notable homogeneidad general entre ellos. Los tres presentan una distribución del tamaño relativo de los granos de tipo inequigranular, y la textura es porfídica<sup>3</sup>. Los cristales esenciales faneríticos (fenocristales) son el olivino, en muchos casos con golfos de corrosión, y la plagioclasa. La matriz consta de las mismas fases en que se encuentran los fenocristales (plagioclasa y augita), aunque prácticamente no aparece olivino.

Las diferencias más relevantes se observan a nivel textural, ya que los grupos se diferencian por la presencia de cavidades o vesículas, que pueden estar rellenas de calcita (Grupo B2) o vacías (Grupo B3). Sin embargo, el relleno de calcita (denominadas amígdalas, “basalto amigdaloides”) aparece de manera ocasional e irregular en muchos de los bloques analizados en las prospecciones y en los útiles arqueológicos. Además, la estructura de los basaltos no vesiculares o compactos (Grupo B1) es siempre holocristalina (100% cristales), mientras que el Grupo B2 presenta ejemplos de estructuras hipocristalinas (<30% vidrio, 70% cristales) y el B3 es siempre hipocristalino (80% vidrio, 20% cristales). La porosidad también es variable: B1 porosidad baja; B2 porosidad alta y B3 porosidad muy alta.

Los resultados obtenidos permiten, en general, afirmar una baja variabilidad composicional entre los tres grupos, y una diferenciación en cuestión de textura y cristalinidad entre los basaltos compactos (B1) y los vesiculares/amigdaloides (B2, B3). Este examen petrográfico confirma, por tanto, la viabilidad del análisis de trazas de uso realizado en el capítulo 3.4., en el cual se han contemplado el tipo de basalto (compacto/vesicular) como una variable más en el estudio sobre la caracterización de las trazas de uso.

Finalmente, en relación con la identificación de las áreas fuente de aprovisionamiento de materias primas líticas, tal y como se detallará más abajo, se ha documentado una correlación positiva a nivel petrográfico entre los ítems arqueológicos de basalto analizados por lámina delgada y las muestras procedente de las prospecciones geológicas.

### *Traquita*

Pertenciente al grupo de las rocas persicilícicas ( $\text{SiO}_2 > 65\%$ ), las traquitas presentan una granularidad afanítica<sup>4</sup>, textura porfídica, y compuestas principalmente por feldespatos. En el conjunto analizado, sólo se han documentado dos casos en tell Halula.

### *Pumita*

También llamada piedra pómez o liparita, la pumita es una roca volcánica vítrea altamente porosa, formada por feldespato potásico, cuarzo y plagioclasa, y matriz de grano fino con fenocristales de tamaño variable. Puede presentar diversos colores, tal y como sucede en los ejemplares de tell Aswad (Fig. III.1.1). Se ha documentado también un caso en tell Halula.

---

<sup>3</sup> En la textura porfídica, los cristales de los minerales esenciales (fenocristales) relativamente grandes están envueltos en una matriz de grano fino (Mackenzie *et al.* 1982).

<sup>4</sup> Granos no observables a simple vista.

## Rocas ígneas intrusivas

Las rocas ígneas intrusivas documentadas son el granito, el pórfido, la pegmatita y el gabro/dolerita. De este conjunto de rocas, solamente se han analizado por lámina delgada los gabros/doleritas (Grupo G1), presentes en tell Aswad. Se trata de una roca holocristalina, fanerítica y de grano medio (<2mm), muy similar a nivel de composición mineral con los basaltos (olivino, plagioclasa y augitas). Las muestras analizadas indican una porosidad media intercrystalina.

Como categoría general de clasificación de campo, los granitos/granitoides hacen referencia a las rocas ígneas plutónicas de textura granuda con un 20-60% de cuarzo y proporciones diversas de A (feldespatos alcalinos) y P (plagioclasas) (diagrama de Streckeisen, ver en Anexo 1). Por su parte, los pórfidos son también rocas ígneas intrusivas de textura porfídica con matriz afanítica o vítrea. La pegmatita es una roca ígnea de cristales de gran tamaño asociada a los granitoides en la periferia del plutón. De ahí su similitud con el granito en los minerales esenciales: cuarzo, feldespato, y mica (especialmente moscovita), entre otros.

Granito y pegmatita fueron utilizados en tell Halula y sobre todo en Jerf el Ahmar, donde también destacan en gran número el pórfido. Sin embargo, el gabro/dolerita ha sido identificado sólo en tell Aswad.

## Rocas sedimentarias

### Calizas

La clasificación de las calizas por criterios macroscópicos, durante las campañas de estudio de materiales han proporcionado los resultados que presentamos en la tabla de la figura III.1.5.

	% Tipos de caliza				Total (N)
	<i>Packstone</i>	<i>Mudstone</i>	<i>Chalk</i>	<i>Calizas indet</i>	
Tell Aswad	0	100	0	0	3
Tell Halula	57,8	28,9	6,7	17,8	45
Jerf el Ahmar	53,3	15,2	3,0	27,3	165
Tell Arqa	0	0	0	0	0

Fig. III.1.5. Clasificación de las calizas en los yacimientos estudiados.

En los yacimientos del Valle medio del Éufrates se utilizan con mayor frecuencia las calizas con textura *packstone* (Halula=57%; Jerf el Ahmar=53,3%). Aunque en el caso de tell Halula las calizas más utilizadas en segundo lugar son las de textura *mudstone* y, de manera ocasional, se utilizan también las cretas (*chalk*); mientras que, en Jerf el Ahmar, las calizas tipo creta se sitúan en segundo lugar por delante de las calizas con textura *mudstone*. En cambio, en tell Aswad, en el Oasis de Damasco, los únicos tres casos de caliza son de tipo *mudstone* de grano fino. En tell Arqa, las calizas no fueron utilizadas para fabricar instrumentos de molienda o trituración.

Por otro lado, el análisis por lámina delgada de las calizas también se ha regido por los criterios de clasificación de Dunham (1962) (Grupos C1 y C2), así como la inclusión de un tercer grupo

minoritario, que presenta signos de haber experimentado un proceso diagenético de dolomitización (Grupo C3)(Anexo 1). La composición mineral de los tres grupos es similar, con la presencia de granos intracuencas carbonáticos (foraminíferos, algas coralinas, peloides, etc.), granos de cuarzo monocristalino de tamaño arena (0,5-1mm) y cemento de calcita micrítica o esparítica. Las diferencias más remarcables se encuentran entre los dos primeros grupos C1-C2 con el grupo C3, este último con una cohesión de la roca más alta y una porosidad más baja que los grupos C1 y C2.

### *Brecha/conglomerado y areniscas*

De forma puntual, se han explotado rocas detríticas como las brechas/conglomerados en Jerf el Ahmar (n=5), y la arenisca (n=6) en tell Halula. Se trata de rocas granudas utilizadas con frecuencia para utillaje de molienda en otros contextos como el neolítico centro-europeo (Hamon 2006, 2008; Milleville 2007; Verbaas & Van Gijn 2007). Sin embargo, la disponibilidad de otras rocas, como el basalto o las calizas en el Valle medio del Éufrates y en el Oasis de Damasco, le han otorgado un papel minoritario a las rocas sedimentarias detríticas. En el análisis del capítulo 3.3. (ver *infra*), se especifica qué función pudieron tener estas materias primas de tipo secundario en el utillaje de molienda y trituración.

### **Rocas metamórficas**

Entre las rocas metamórficas que pudo transportar el río Éufrates desde el Tauro (ver *infra*), se han documentado principalmente cuarcitas (Jerf el Ahmar n=18; Halula n=2) y algunos ejemplares de lo que parece ser mármol (Jerf el Ahmar n=5). La cuarcita es una roca de textura no-foliada y compuesta principalmente por cuarzo, características que aportan a esta roca una gran dureza. Los mármoles, en cambio, formados a partir de calizas, presentan una capacidad abrasiva y una resistencia a la fricción baja (Delgado *et al.* 2008; 2009).

### **Tamaño de los soportes**

Otra variable determinante para poder estudiar las estrategias de abastecimiento de materias primas, en relación con la fabricación de utillaje de molienda y trituración, es el tamaño de los soportes. Junto a las propiedades físicas propias de cada roca, implicadas en la selección de la materia prima, la disponibilidad de los soportes adecuados para la confección de cada tipo de útil también es fundamental para el fabricante de este tipo de útiles que pueden llegar a ser de grandes dimensiones.

Para ello, hemos determinado el tipo de soporte siguiendo a Wright (1992) y distinguiendo entre diversos tamaños de soportes líticos. En esta aproximación, hay que tener en cuenta que el grado de fragmentación de los conjuntos artefactuales es elevado, sobre todo en tell Halula (ver *infra* cap. 3.3), por lo que los datos obtenidos son orientativos.

Región	Yacimiento	Roca	Tamaño (%)			Total (N)
			<i>Pebble</i> (4-64 mm)	<i>Cobble</i> (64-256mm)	<i>Boulder</i> (>256mm)	
Valle Medio del Éufrates	Tell Halula	Basalto		74,4	23,1	39
		Caliza		80	20	20
		Intrusiva indet		88,9	11,1	9
		Pegmatita		100		1
		Arenisca		100		1
		Cuarcita		100		2
	Jerf el Ahmar	Basalto		90	10	40
		Caliza		2,9	97,1	35
		Brecha/conglomeram		66,7	33,3	3
		Cuarcita		100		16
		Pórfido		96,2	3,8	52
		Granito		100		35
		Intrusiva indet		100		31
Oasis Damasco	Tell Aswad	Basalto	4	77,6	18,4	49
		Caliza		100		3
Akkar	Tell Arqa	Basalto		46,2	53,6	84

Fig. III.1.6. Clasificación de los soportes de materia prima utilizados entre las diversas rocas explotadas en cada yacimiento para el utillaje de molienda y trituración, siguiendo la propuesta de Wright (1992).

Para esta aproximación, sólo se han contabilizado los ítems enteros o enteros-fragmentados (casi entero, parcialmente fragmentado).

En la tabla de la fig. III.1.6, se observa una explotación preferencial de soportes del calibre medio (*Cobble* 64-256 mm) en las principales rocas documentadas en tell Halula; en tell Aswad se intuye una estrategia similar. En cambio, en Jerf el Ahmar, destaca la explotación de bloques de gran tamaño (*Boulder* >256 mm) sobre caliza, y de soportes de tamaño medio para el resto de materias primas líticas. Por último, en Tell Arqa, los soportes de basalto son seleccionados en ambos tamaños, aunque es ligeramente superior el porcentaje de los de mayores dimensiones (*Boulder* >256 mm). Estos datos podrán ser puestos en relación con la disponibilidad de materias primas líticas en el contexto del Valle medio del Éufrates, el Oasis de Damasco y la llanura del Akkar.

### 3.1.2 Contexto geológico del Valle Medio del Éufrates. Antecedentes y prospecciones realizadas.

Para llevar a cabo el análisis del contexto geológico de cada yacimiento estudiado, se han revisado los datos sobre geología a nivel regional (10-30 km), a nivel local (2,5-10 km) y del entorno más inmediato (0-2,5 km). A través de las diversas escalas de análisis, se ha prestado especial atención a la documentación más específica sobre las materias primas líticas mejor representadas en los cuatro conjuntos artefactuales (basaltos, calizas y rocas ígneas intrusivas). Para ello, distinguiremos dos tipos de áreas fuente de materia prima: las fuentes en posición primaria y las fuentes en posición secundaria.

#### *Fuentes en posición primaria*

La región de estudio correspondiente al Valle medio del Éufrates, en su paso por el norte de Siria, se asienta sobre terrenos principalmente del Mioceno Superior con calizas blandas y margas (Fig. III.1.7). En la parte meridional de la Llanura de Menbij, así como a lo largo del curso del Éufrates medio, aparecen formaciones helvecienses (calizas organógeno-detriticas), que pueden combinarse con coladas basálticas en la ribera derecha del río desde Qarakosak hasta la frontera turca (ver *infra* prospecciones de Briand & Santallier, inédito). Al otro lado del río, hacia el noroeste de la Llanura de Menbij, cerca de la frontera turca, se encuentran coladas basálticas de menor tamaño muy erosionadas y de probable origen pliocénico (Besançon & Sanlaville 1985).

Los escasos trabajos dedicados a la problemática específica de las fuentes de aprovisionamiento de rocas basálticas en el contexto del norte de Siria han aportado datos inéditos sobre afloramientos primarios. En primer lugar, el estudio de Lease & Laurent (1998), centrado en el aprovisionamiento de basaltos durante el IIIº y IIº milenios ANE en el Valle del Khabour (nordeste de Siria), significó una primera caracterización de las coladas basálticas de esta zona, que por proximidad pueden semejarse a las coladas de menor tamaño cercanas al valle del Éufrates.

Lease & Laurent (1998) describen los afloramientos basálticos de esta zona principalmente en forma de mantos de lava sobre las llanuras, por lo que éstos comparten numerosos componentes geoquímicos entre ellos (se trata de basaltos alcalinos transicionales). Los estudios geológicos precedentes (Ponikarov 1966) ya habían destacado la inexistencia de lavas más evolucionadas (andesitas, traquitas) que acompañarán a estos basaltos. Dadas las características del vulcanismo de la zona (uniformidad composicional), los autores se vieron obligados a realizar diversos métodos geoquímicos y mineralógicos para poder llegar a diferenciar las unidades volcánicas presentes en la región.

Los resultados de este análisis multi-metodológico (petrografía, microsonda y geoquímica) les sirvieron para determinar la procedencia regional de los artefactos arqueológicos analizados (de gran similitud con las muestras geológicas de campo). Sin embargo, el valor discriminatorio de los resultados no les permitió afinar entre coladas concretas de la zona, aunque sí se pudo establecer un listado de proximidad composicional entre las fuentes muestreadas y los objetos arqueológicos.

En segundo lugar, el estudio realizado en 1999 por un equipo de geólogos en colaboración con la expedición francesa en el yacimiento de Dja'de (Briand & Santallier, inédito) ha proporcionado interesantes resultados para la zona de la ribera oriental del Éufrates medio. El objetivo de dicho trabajo se centró en caracterizar, a nivel geoquímico, los basaltos disponibles en esta zona desconocida previamente por los trabajos que aplican técnicas geoquímicas. Para ello, analizaron muestras geológicas y muestras de útiles de molienda y trituración procedentes de cuatro yacimientos arqueológicos de la zona (Jerf el Ahmar, Dja'de, Tell Halula y Shioukh Foghani). Tras la prospección de los principales afloramientos locales y regionales (hasta 40km al NE de Dja'de) de materiales basálticos primarios y secundarios<sup>5</sup>, se realizaron cerca de 200 láminas primas y diversos análisis químicos que permitieron diferenciar diversas categorías petrográficas y grupos geoquímicos.

Cruzando todos estos datos obtenidos se llegó a una serie de conclusiones. En primer lugar, las variables geoquímicas no parecen influir en el aprovisionamiento de materia prima de estos instrumentos, ya que no se observan diferencias significativas entre los dos grupos principales de basaltos pliocenos y basaltos cuaternarios. En cambio, **la textura de la roca basáltica**, en este caso, variable en función de la facies de basalto macizo/compacto o de basalto vesicular en la que se encuentre, sí que explicaría buena parte de la varianza existente entre la población de objetos estudiados. De esta forma, parece evidenciarse una preferencia hacia los basaltos vesiculares en la fabricación de molinos/manos, mientras que para las manos de mortero se utiliza sobre todo basalto de tipo macizo/compacto.

---

<sup>5</sup> Cabe destacar que uno de estos afloramientos primarios incluidos en Briand & Santallier (1999, inédito) ha sido recientemente prospectado y muestreado en el marco del presente trabajo (ver *infra*, área-fuente Qalat Hadid).



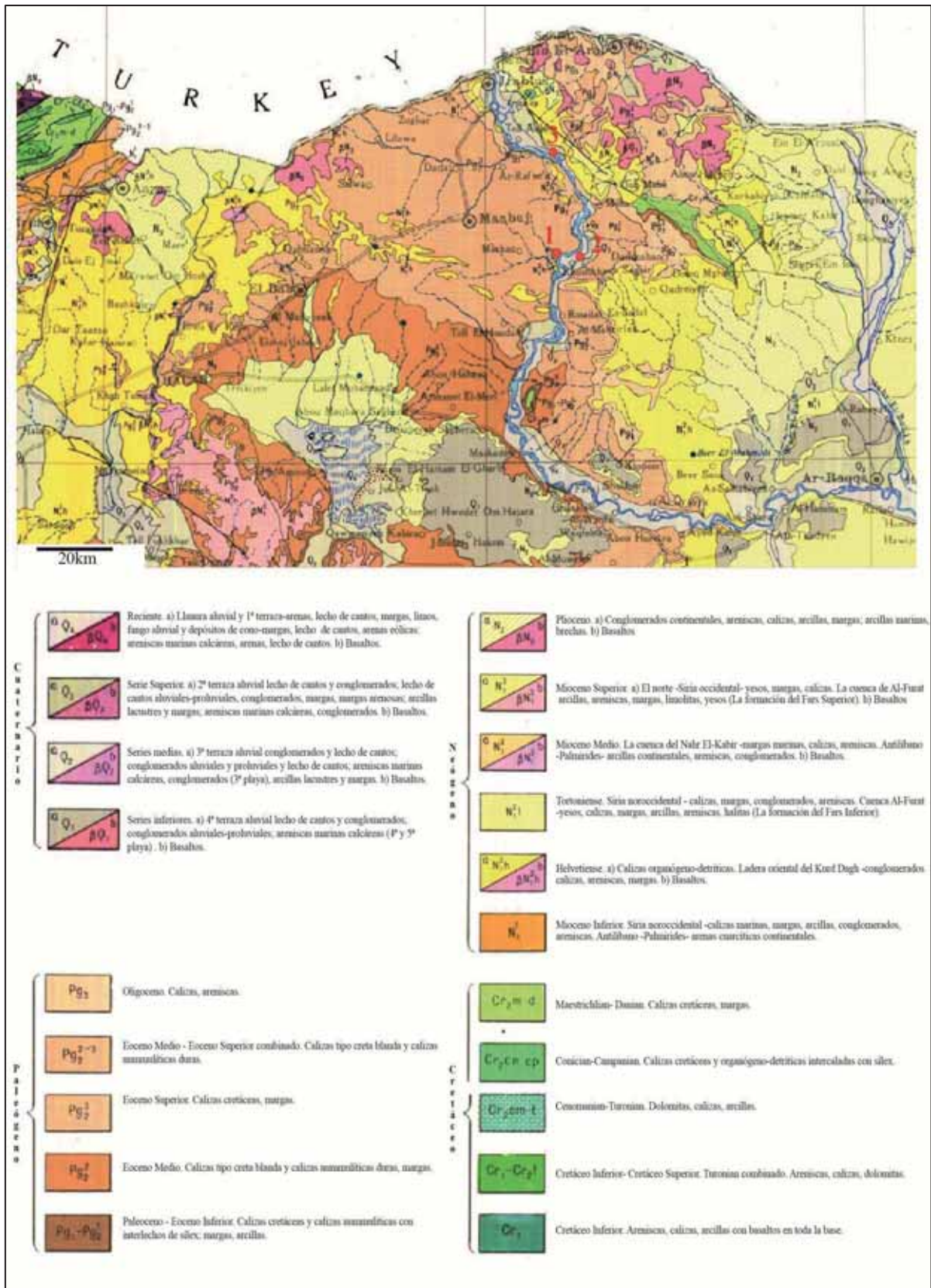


Fig. III.1.7. Fragmento del mapa geológico de Siria a escala 1:1000000 (modificado a partir de Ponikarov 1966), correspondiente a la zona del Valle medio del río Éufrates. Los puntos negros señalan la ubicación de los yacimientos precerámicos de 1. Tell Halula, 2. Jerf el Ahmar y 3. Dja'de.

### *El Valle medio del Éufrates y los depósitos de materia prima en posición secundaria*

En el contexto del Levante norte, el Valle medio del río Éufrates constituye el sistema hidráulico principal, al cual confluyen los ríos secundarios Balikh y Nahr Sejur. Atravesando el Tauro, el Éufrates transporta materiales de diversa formación geológica (metamórficos, plutónicos, volcánicos, sedimentarios<sup>6</sup>). El área designada como Valle Medio del Éufrates a nivel geográfico comprende el territorio entre la actual población de Adiyaman (Turquía) y la confluencia del río Éufrates con el río Khabour en Siria (Kuzucuoglu *et al.* 2004). Se trata de una zona intensamente afectada por la construcción de diversas presas que han provocado inundaciones de las paleoterrazas originales del Éufrates, como en el caso del tramo entre Karakozak y Halula, actualmente bajo las aguas.

Sin embargo, las terrazas del Éufrates han sido objeto de diversas prospecciones y estudios geológicos y geomorfológicos anteriores a la construcción del pantano Tishrin a finales del s.XX. A partir de aquel momento, el levantamiento de diversos diques a lo largo del curso del río Éufrates ha dificultado seriamente el análisis de las paleoterrazas desde el punto de vista de la investigación arqueológica. En este ámbito, los estudios de Minzoni-Deroche & Sanlaville (1988), Besançon & Sanlaville (1981, 1985), Geyer & Besançon (1997) y Sanlaville (2004) sobre caracterización geomorfológica del valle medio del río Éufrates han aportado datos cualitativos sobre los depósitos secundarios formados en las diversas paleoterrazas del curso del río Éufrates.

En primer lugar, la carta geológica de Ponikarov (1966) definió las formaciones cuaternarias en el valle del Éufrates (fig. III.1.9); trabajo que será completado por Besançon & Sanlaville (1981) y Besançon & Geyer (2003) (fig.III.1.8-III.1.9). Estudios más recientes como Kuzucuoglu *et al.* (2004), Wilkinson (2004), Borrell (2006, 2010) y Chambrade (2012) recogen gran parte de la investigación precedente y realizan nuevas prospecciones de campo. A partir de los mapas a escala regional y local de Chambrade (2012), podemos identificar los depósitos secundarios más próximos a los yacimientos de tell Halula y Jerf el Ahmar (Fig. III.1.10; III.1.13; III.1.15).

---

<sup>6</sup> Besançon (1981) describe los aluviones procedentes del Tauro como cantos de rocas ígneas y metamórficas, acompañadas de una matriz de arena gris, con una proporción notable de sílex patinado de origen menos lejano.

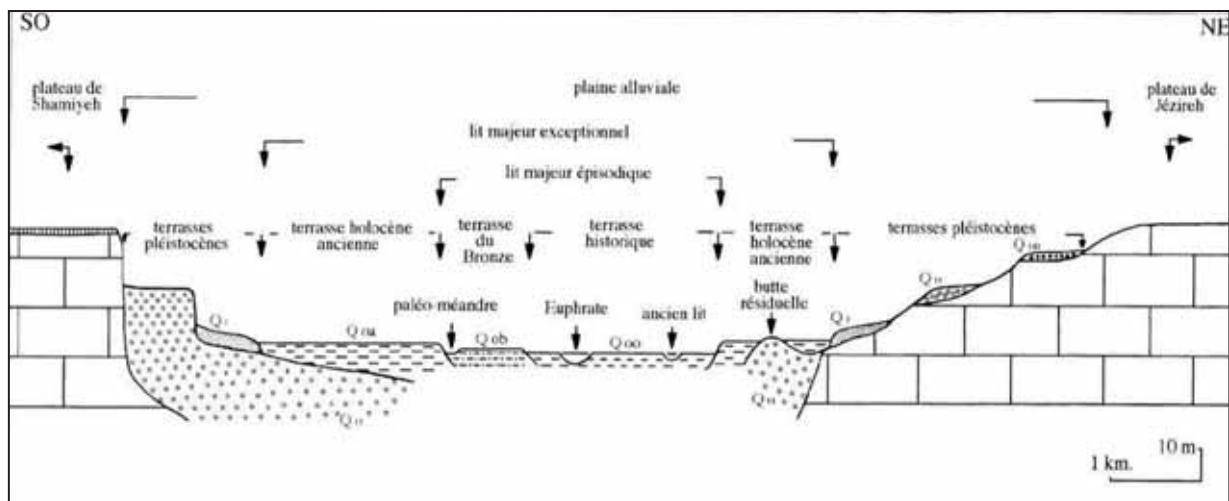


Fig. III.1.8. Corte esquemático del valle del Éufrates (extraído de Geyer & Besançon, 1996, fig.2).

	Carta geológica (Ponikarov 1966)	Carta geomorfológica (Besançon & Sanlaville 1981; Besançon & Geyer 2003)	Estadios isotópicos	Composición litológica (Sanlaville 2004)	
Holoceno	Q4	Q00	1		
	Q4b	Q0b	1		
	Q4a	Q0a	1		
Pleist. Sup.	Q3	Q1c	2	Q1 (Abou Chahri)	Grava calcárea
		Q1b	4		
		Q1a	6		
Pleistoceno medio		Q1 / QII	7		
	Q2	QII	8-10	QII (Abou Jemaa)	Formada por dos unidades litológicas diferentes: inferior) cantos táuricos dominando las rocas verdes; superior) rocas carbonatadas de aportación local
	Q1	QIII	11-14	QIII (Chnineh)	Aluviones táuricos y recubierta por coladas basálticas en Halabiyeh-Zalabiyeh
	Q1	QIV	15	QIV (Tilmagara)	Cantos táuricos
		QV		QV (Qara Yaacoub)	Gravas táuricas, sílex y podría contener materiales de la formación aluvial Hancagiz (calizas y basaltos)

Fig. III.1.9. Cronología y correspondencia de las diferentes denominaciones que han recibido las formaciones cuaternarias del Valle del Éufrates (extraído de Chambrade, 2012, fig.99). Se ha incluido también la descripción de la composición litológica de las terrazas pleistocénicas descritas por Sanlaville (2004).

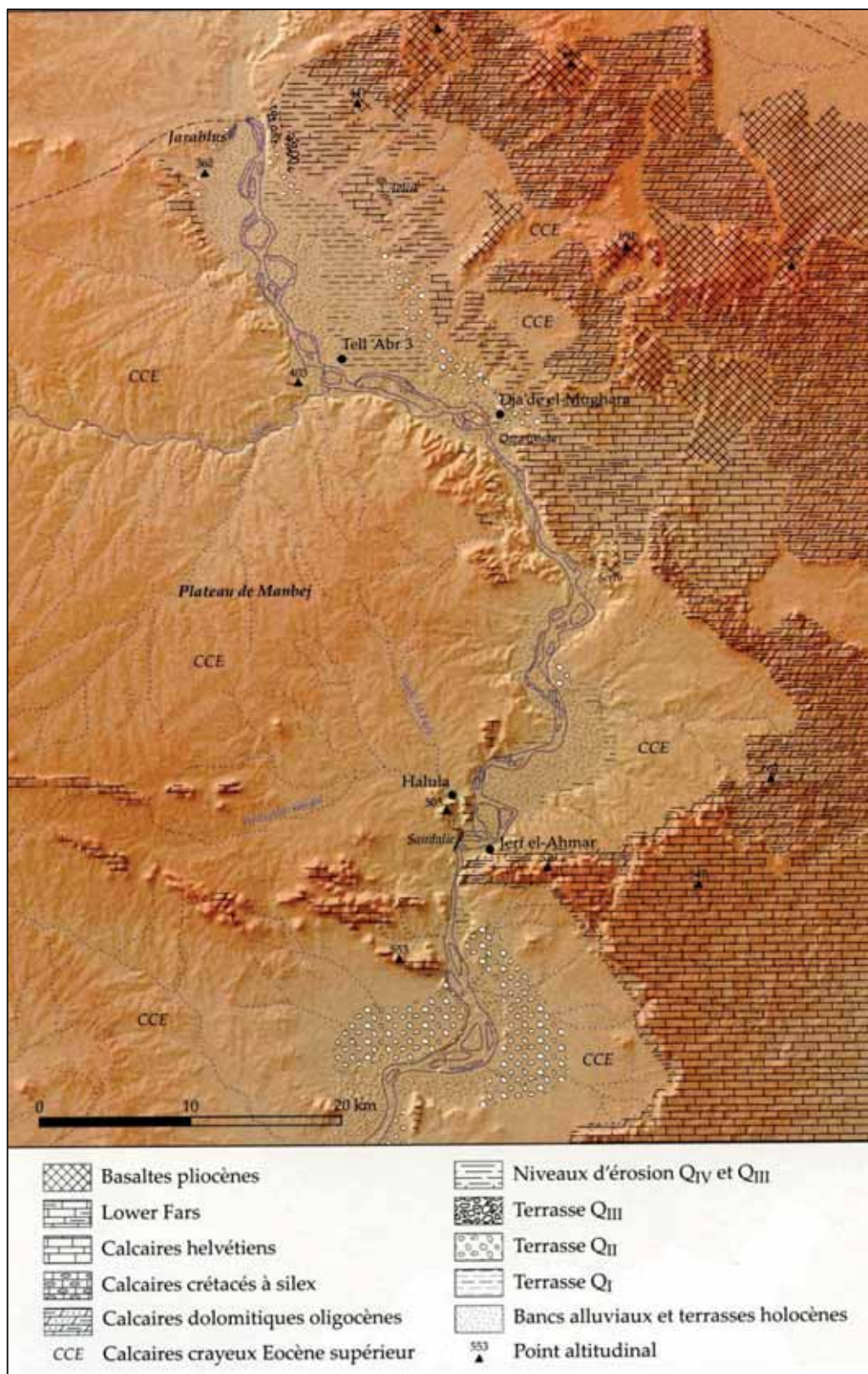


Fig. III.1.10. Mapa geológico de la región del valle alto del Éufrates siriano, extraído de Chambrade 2012 (p.62, fig.69), a partir de Ponikarov 1966, Sanlaville 2004 y Wilkinson 2004.

Sin embargo, los trabajos citados no suelen incorporar información cuantitativa sobre las litologías presentes entre los depósitos que forman las paleoterrazas del Éufrates. Los datos que aportan son de tipo aproximativo indicando la mayor presencia de determinados clastos en las terrazas descritas (Sanlavielle 2004; fig. III.1.9, columna de la derecha). Lógicamente, se trata de trabajos centrados en la evolución geomorfológica del río Éufrates y, por tanto, más interesados en las dataciones relativas de cada paleoterraza que en la explotación humana de sus recursos minerales. Esto explica la ausencia de una caracterización en detalle de la composición litológica (tipo de rocas y tamaño de los soportes) de los depósitos cuaternarios del Éufrates. Los datos al respecto se reducen a la descripción genérica de Sanlavielle (2004) y a citas previas sobre la presencia de gravas táuricas en Jerablus y en el meandro de Jaada (Besançon & Sanlavielle 1985). Lo mismo ocurre para el río Nahr Sejur, que nace en Turquía transportando materiales también táuricos hasta desembocar en el Éufrates, y sobre el cual se cita la presencia de basaltos vinculados a la formación Qara Yaacoub-QIV (Besançon 1981).

Para la zona del Éufrates medio, la terraza mejor conservada es la QII-Abou Jemma, de formación pleistocénica (Sanlavielle 2004), especialmente presente en la zona de tell Halula y Jerf el Ahmar (Fig. III.1.10). Respecto a las terrazas holocénicas Q0a, éstas fueron formadas durante el neolítico precerámico, a inicios del Óptimo Glaciar holocénico (Geyer & Besançon 1996), y están compuestas principalmente por sedimentos finos (limos) (Chambrade 2012: 306).

En otros trabajos geomorfológicos específicos, se han realizado análisis puntuales de gravas como, por ejemplo, en la zona de Birecik (sur de Turquía), una de las menos afectadas en la región del Éufrates medio por la construcción de diques. Demir *et al.* (2008) incluyen una tabla sobre la composición litológica de una muestra (clastos entre 16-32 mm, conteo de 273 ítems) procedente de un depósito secundario en esta zona. Se trata de depósitos asignados a la terraza QfII (Minzoni-Deroche & Sanlavielle 1988) que, según los autores, corresponde al tipo de grava habitual en el Éufrates turco de color oscuro (presencia de basaltos y anfibolitas) en una matriz arenosa de grano grueso, procedente de Anatolia y comúnmente denominada *calloutis taurique* (tabla III.1.11). A pesar de que el pequeño tamaño de los clastos analizados por Demir *et al.* (2008) no puede vincularse con la fabricación de instrumentos de molienda y trituración, la presencia de determinadas litologías nos aporta información parcial sobre la disponibilidad de estas rocas en los depósitos de una de las terrazas principales del Éufrates. Para el presente trabajo, nos interesa sobre todo la presencia de clastos de basalto, granito y cuarcitas.

LITOLOGÍA	NÚMERO (n)	PORCENTAJE (%)	PROCEDENCIA
Caliza	79	28,9	Plataforma arábica
Amfibolita	43	15,8	Anatolia
Sílex	40	14,7	Plataforma arábica / Sutura Neotethys
Basalto	33	12,1	Plataforma arábica
Granito	24	8,8	Anatolia
Ortocuarcita	18	6,6	Anatolia
Metacuarcita	14	5,1	Anatolia
<i>Calcschist</i>	12	4,4	Anatolia
Cuarzo	5	1,8	Anatolia
Caliza dura ( <i>mudstone</i> )	3	1,1	Sutura Neotethys
Ultramáfico	2	0,7	Sutura Neotethys
<b>TOTAL</b>	<b>273</b>	<b>100,0</b>	

Fig. III.1.11. Resultados del análisis litológico de clastos del Éufrates a partir de una muestra de grava procedente de Karşıyaka, en la zona de Birecik (Sur de Turquía). Realizada por Demir *et al.* (2008, tabla 3). La sutura Neotethys corresponde a la frontera geológica que separa la plataforma arábica con el sur de Anatolia.

Otra serie de prospecciones recientes han sido llevadas a cabo en el marco del proyecto de investigación de tell Halula y realizadas por A. Álvarez y X. Clop (Clop 2008; Álvarez & Clop, 2013), y F. Borrell (2006, 2010). Estas actuaciones precedentes por parte del equipo SAPPO han servido de base para la realización de nuevas prospecciones en el marco del presente trabajo de investigación.

Debido a las inundaciones que han sufrido las terrazas originales del río Éufrates en su paso por el emplazamiento donde se encuentra ubicado tell Halula, Borrell (2006: 175) planteó la siguiente estrategia de muestreo para obtener datos sobre la disponibilidad de sílex en la zona. Se trataba de caracterizar los depósitos secundarios de varias terrazas supervivientes a la subida del nivel del agua para evaluar si la composición de éstas variaba significativamente, o si, por el contrario, se mantenía relativamente estable. Los resultados indicaron una notable homogeneidad entre los tipos de sílex y sus respectivas proporciones en cada uno de los puntos prospectados para su trabajo. Estos datos permitieron a Borrell plantear que las terrazas de acceso más inmediato para los habitantes de tell Halula, concretamente las situadas a 2 km en el actual pueblo de Sandalie (bajo las aguas, indicado en la fig.III.1.10), debieron presentar una composición litológica similar a las prospectadas por él mismo.

En relación con las materias primas que aquí nos interesan, Borrell (2006) señala la presencia de bloques de basalto en Djerablus y en Jada Kbira, aunque de menores dimensiones (10-15cm), y en el río Nahr Sejur donde se identificaron bloques más grandes (30-80 cm). Estos tres puntos han sido prospectados de nuevo, junto a otros de la zona del Éufrates medio, para llevar a cabo una estrategia de caracterización de los depósitos secundarios similar a la planteada anteriormente por Borrell (2006). Sin embargo, en nuestro caso, la prospección se ha centrado en las materias primas líticas explotadas para la manufactura del material de molienda y trituración de tell Halula y Jerf el Ahmar (ver *infra*).

*Los yacimientos de Jerf el Ahmar y tell Halula en su contexto geológico local. Disponibilidad de materias primas líticas para la manufactura de instrumentos de molienda y trituración*

El análisis de los recursos líticos considerados de **acceso inmediato o directo** (0-2,5 km) y de **acceso a nivel local** (2,5-10 km) en cada asentamiento estudiado debe ser precedido por una revisión a la geología del entorno local de cada poblado. En relación con este objetivo, el trabajo de Chambrade (2012) aporta datos actualizados sobre la disponibilidad de recursos líticos de Jerf el Ahmar y tell Halula (entre otros recursos básicos, como faunísticos y vegetales). Gracias al análisis geomorfológico a escala local, la autora consigue realizar una lectura mucho más detallada que la obtenida con los mapas geológicos regionales y nacionales.

**Tell Halula** se encuentra asentado sobre terrenos del Eoceno superior, formados en general por calizas muy blandas y fácilmente erosionables, junto a calizas fosilíferas muy dolomitizadas de aspecto muy granuloso. En las cercanías, también se encuentran capas de caliza micrítica, de grano muy fino. Sobre los depósitos secundarios de los pequeños *wadis* adyacentes al poblado (Abu Gal Gal y Fars), cabe destacar que se trata de cantos heterométricos poco rodados, procedentes del desmantelamiento de materiales eocénicos y miocénicos locales (calizas) (Álvarez, 2013).

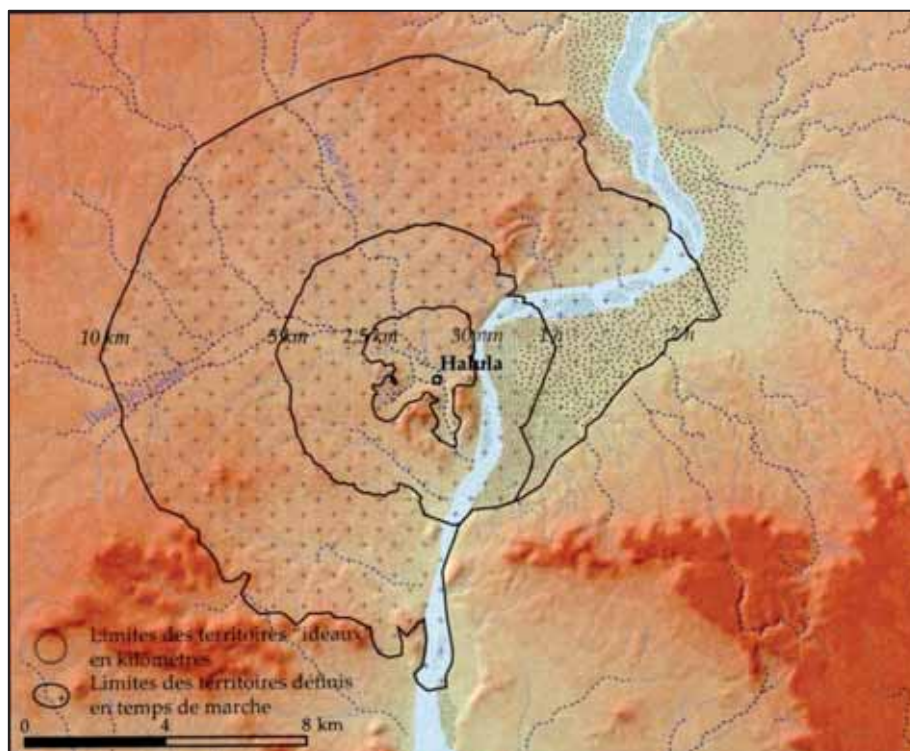


Fig. III.1.12. Los límites de los territorios microregionales propuestos por Chambrade en el caso de tell Halula (Chambrade 2012: 34, fig.165).

Por tanto, para el abastecimiento de rocas calizas, no cabe duda de que los afloramientos primarios locales de acceso inmediato (0-2,5 km, menos de 30min en marcha a pie) ofrecieron un amplio espectro de variaciones texturales y granulométricas en las calizas que satisficieron las necesidades de los fabricantes de instrumentos de molienda y trituración en tell Halula. Los datos obtenidos en el análisis por lámina delgada (ver anexo 1) no aportan divergencias a nivel petrográfico que rebatan esta propuesta.

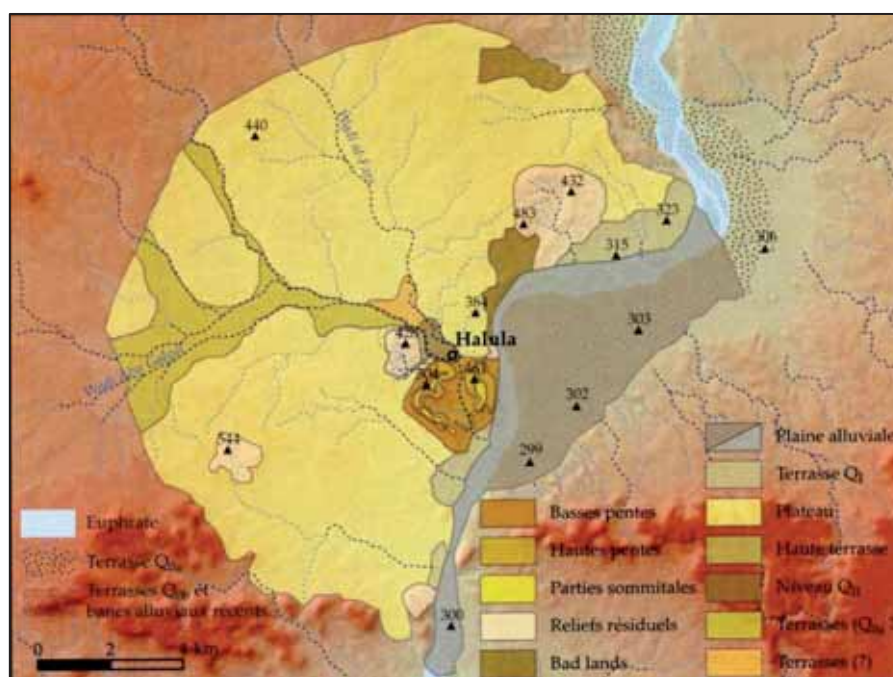


Fig. III.1.13. Geo-sistemas del territorio económico de tell Halula propuestos por Chambrade (2012: 134, fig.166).

En cambio, el acceso a las paleoterrazas del Éufrates se encuentra a una distancia de unos 1,5-2km hacia el NE, hasta la formación QII (presencia de materiales táuricos como ígneas y metamórficas), y a 2km hacia el sur en la zona de Sandalie (actualmente bajo las aguas), donde se identifica la formación QI (grava calcárea según Sanlaville 2004). Según Chambrade (2012: 542), los nódulos de basalto para la confección de material de molienda fueron potencialmente accesibles en la terraza QI (30 min de marcha a pie) y en afloramiento primario cruzando el curso del río Éufrates (formaciones entre Serin y la frontera turca, Fig. III.1.10), entre 4,3-11h de marcha a pie). De lo que no disponemos información hasta el momento es de una descripción de los soportes (tamaño, formas) de los nódulos de basalto disponibles en estas terrazas.

En el caso de **Jerf el Ahmar**, situado en la ribera izquierda del río Éufrates sobre un cono de deyección que domina la plana aluvial, el acceso a las fuentes de materias primas líticas también se basa en la explotación de varios geosistemas: las terrazas del Éufrates, el piedemonte calcáreo adyacente al poblado y los recursos disponibles en la meseta de la Jezira.

El aprovechamiento de las materias líticas del entorno directo de Jerf el Ahmar cuenta con algunos estudios previos en relación con nuestro trabajo. En el caso de la construcción de



estructuras de hábitat, según D. Stordeur (Stordeur *et al.* 1997, 2001) se explotaron diversas litologías en función de su uso posterior:

- Caliza blanda (*tendre*) helvetiense, denominada *craille* (creta, *chalk* en inglés), recolectada en los acantilados que dominan el yacimiento (determinado por Thomas Margueron), sobre la cual se tallan y modelan las *pierres en cigare* que forman los muros. Así, las calizas detríticas duras sin manufacturar formarían las bases de los muros (*moellons bruts*), mientras que el levantamiento de los muros se realiza con las *pierres en cigare* modeladas a partir de las calizas blandas.
- El limo fino fluvial recogido sobre las riberas del Éufrates que, mezclado con la paja ligera de cereal, compone la tierra de construcción de los morteros y de los enlucidos de los muros, banquetas y suelos.
- La grava fina, resultante de los coluviones calcáreos (determinado por Julia Wattez) vertidos mediante los torrentes de erosión de las colinas cercanas, y seleccionada para la preparación del suelo.
- Los cantos aluviales utilizados en los revestimientos de los suelos de algunas células.

Por otro lado, un estudio preliminar sobre las materias primas del utillaje de molienda fue realizado en 1997 por el geólogo Eric Jautée (Université Lyon 1). Mediante una primera observación macroscópica de una serie de muestras, el geólogo pudo determinar 6 grupos generales de calizas en base al porcentaje de componentes fosilizados de la roca, así como referencias a la textura y la coloración.

Situada al sur de Jerf el Ahmar, la montaña Jabal Cheikh Anan está compuesta por calizas helvetienses que alternan niveles de caliza dura/caliza blanda en conexión con las calizas oligocénicas y eocénicas subyacentes (Chambrade 2012: 508). De esta forma, la variabilidad textural de las calizas (*packstone-mudstone*) y el tipo creta helvetiense, documentado entre el utillaje arqueológico de molienda y trituración, pudo ser potencialmente adquirido en el propio entorno inmediato del yacimiento.

Sobre la explotación de las terrazas, las prospecciones realizadas anteriormente en el entorno del yacimiento de Jerf el Ahmar han proporcionado datos sobre las terrazas pleistocénicas entre la llanura aluvial y la meseta, concretamente la formación QII donde se reconocen cantos procedentes del Tauro, a 1 km al noreste del poblado neolítico (Brenet *et al.* 2001). Esta formación cuaternaria vuelve a aparecer a unos 2km hacia el SW del poblado y, de nuevo, en el límite meridional de la microrregión propuesta por Chambrade (2012: 507) (Fig.III.1.14-III-1-15). En cambio, la terraza QI se encuentra hacia el norte de Jerf el Ahmar en una larga terraza y en otra formación hacia el SW a unos 3-4km del yacimiento. En estas áreas-fuente, se situaba el acceso potencial a los cantos de rocas ígneas y metamórficas utilizadas en la manufactura de útiles de molienda y trituración de Jerf el Ahmar.

Finalmente, la explotación de los afloramientos de basalto en posición primaria situados a 20Km en la zona próxima del Serin (5h de marcha a pie), a casi 30km de Qalat Hadid (6,5h de marcha a pie) y otros afloramientos de mayores dimensiones hacia el NE (fig.III.1.10). Estos afloramientos pudieron ser explotados para el abastecimiento de bloques de basalto de gran

tamaño (*Boulder* >256mm) utilizados para la manufactura de algunos de los pocos útiles de molienda de Jerf el Ahmar elaborados con esta litología.

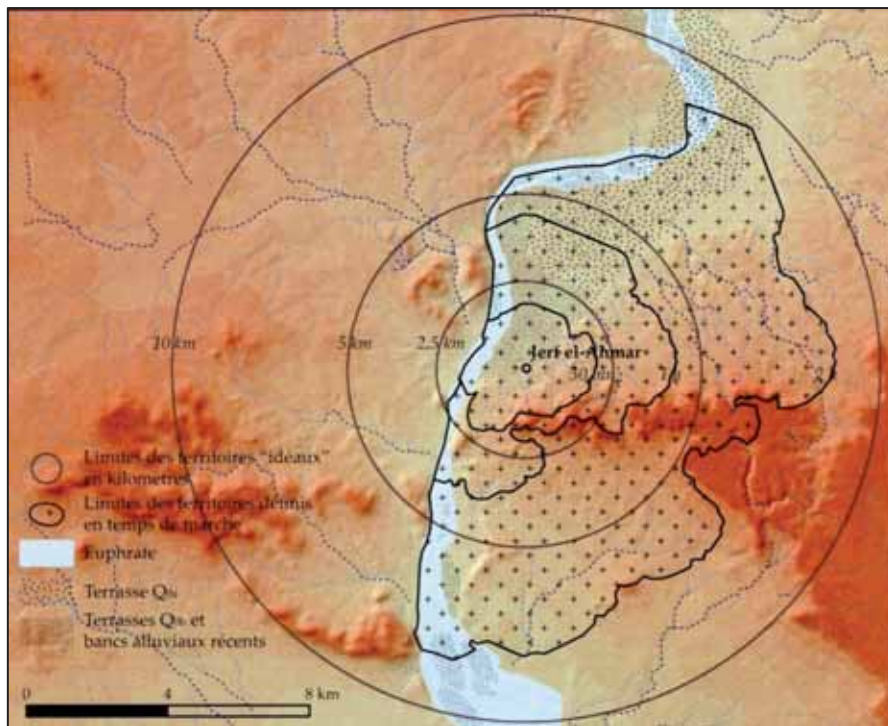


Fig. III.1.14. Los límites de los territorios microregionales propuestos por Chambrade en el caso de Jerf el Ahmar (Chambrade 2012: 126, fig. 151).

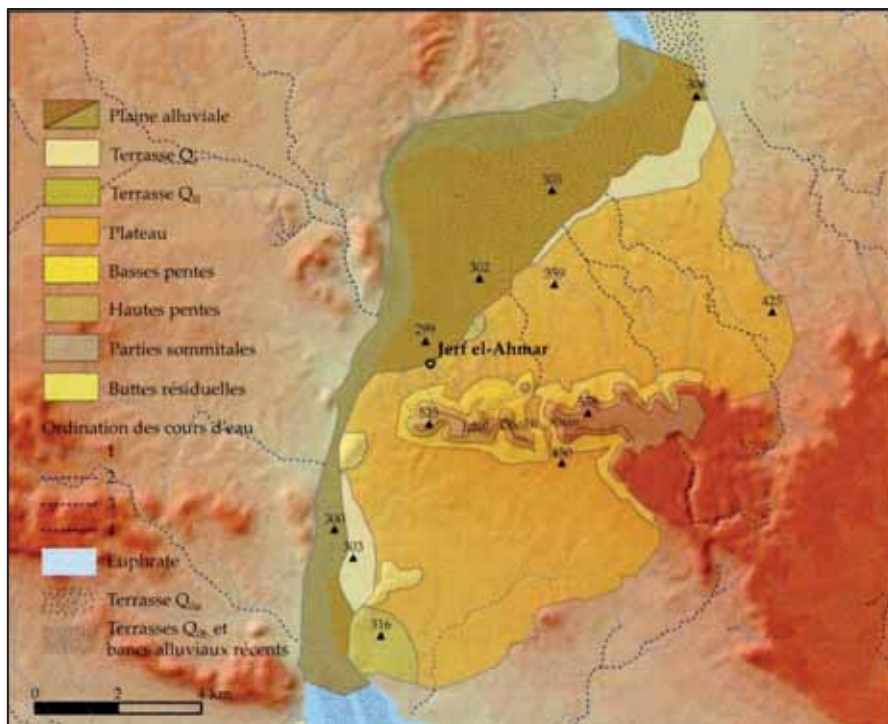


Fig. III.1.15. Geo-sistemas del territorio económico de Jerf el Ahmar propuestos por Chambrade (2012: 126, fig.152).

### Prospecciones recientes en la zona del Valle medio del río Éufrates

Se han realizado nuevas prospecciones en diversas áreas-fuente para aportar datos actualizados sobre las cuestiones relativas al abastecimiento de materias primas en el marco del trabajo de tesis. En primer lugar, las hipótesis planteadas sobre el aprovisionamiento de determinados grupos de rocas a partir de estudios anteriores debían ser contrastadas con nuevas observaciones de campo y la recogida de muestras para el análisis petrográfico (Anexo 1). Las litologías identificadas en cada una de estas áreas-fuente potenciales debían ser observadas bajo los mismos criterios de clasificación y descripción que las materias primas de los artefactos arqueológicos. De esta forma, se han obtenido más datos que refuerzan o discutan las hipótesis de trabajo planteadas previamente.

En segundo lugar, se presentó la necesidad de disponer de bloques de materia prima para realizar las experimentaciones planteadas en el marco del estudio funcional (cap. 3.2). La materia prima utilizada en el programa experimental debe ser lo más próxima posible a las litologías identificadas en la base de datos arqueológica, ya que la materia prima influye de manera decisiva en la formación de las trazas de uso. De esta forma, debido a su importancia numérica en la base de datos, el basalto fue escogido como la materia prima lítica a partir de la cual se aplicaría la propuesta metodológica en el apartado del análisis traceológico.

Las áreas prospectadas se localizan en el mapa de la figura III.1.16. De cada punto prospectado, la información obtenida tras el trabajo de campo se resume en la tabla de la figura III.1.17. De entre estas áreas, los *wadis* más pequeños son los que deberían transportar materiales del Holoceno; sin embargo, nos han servido para evaluar la variabilidad de la zona más próxima a los yacimientos. Se trata de los recursos geológicos de procedencia local, incluidos los materiales que forman las terrazas pleistocénicas de origen táurico.

Por último, el análisis por lámina delgada se ha centrado principalmente en la caracterización de los basaltos por constituir la materia prima más importante de la base de datos; en segundo lugar, también se han analizado muestras de caliza (materia prima más utilizada en Jerf el Ahmar). La localización, las fotografías del área-fuente y una microfotografía de las láminas delgadas realizadas sobre muestras de basaltos y caliza se presentan en las figuras 3.1.1-3.1.7.

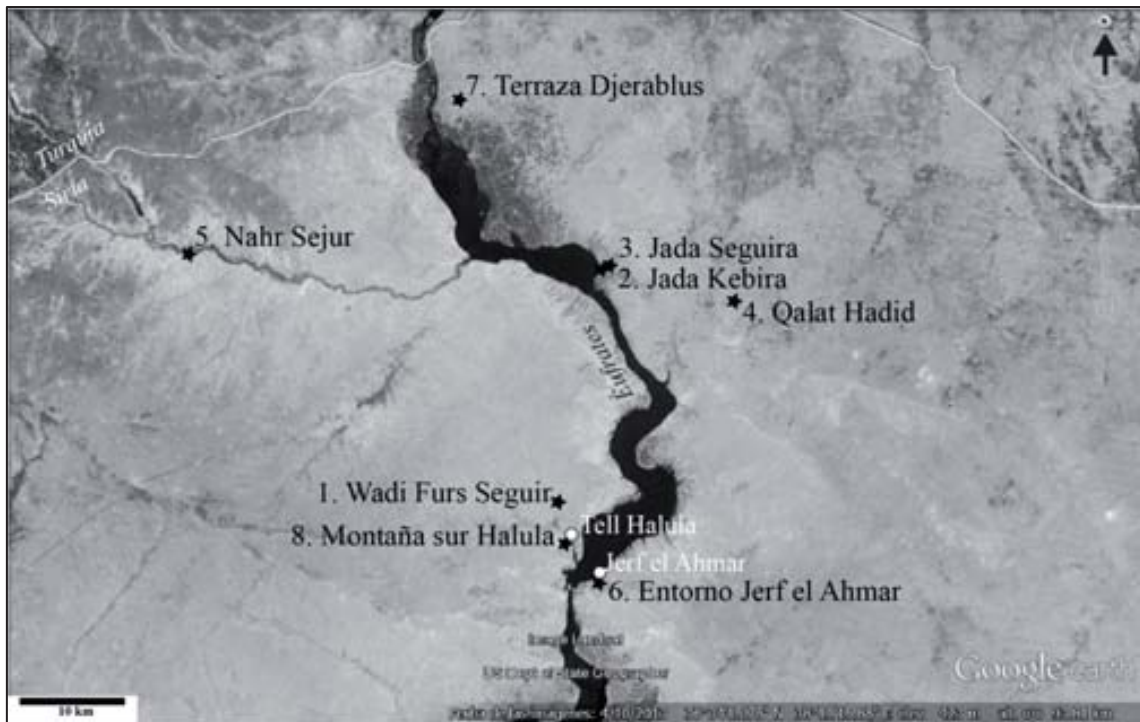


Fig. III.1.16. Mapa del Valle medio del Éufrates con la ubicación de los puntos prospectados por la autora en relación con los yacimientos precerámicos de tell Halula y Jerf el Ahmar. Imagen extraída de Google Earth.

La identificación de basalto en el entorno local (2,5-10km) tanto de tell Halula (nº1 Wadi Furs Seguir), como de Jerf el Ahmar (nº6, fig.3.1.5), abre la posibilidad de que las terrazas QI y QII más cercanas a los asentamientos y, actualmente sumergidas bajo el agua, pudieron abastecer nódulos de basalto de tamaño medio a ambas poblaciones para la manufactura del utillaje macrolítico. La presencia de ésta y otras rocas (metamórficas, ígneas intrusivas, siempre de tamaño pequeño-medio) en otros puntos más alejados, donde se han conservado las paleoterrazas QII y/o QIII (nº2, 3 y 7), también sugieren la posibilidad de que estos materiales pudiesen llegar transportados hasta las proximidades de ambos poblados neolíticos. Sin embargo, ningún afloramiento en posición secundaria de los prospectados en el curso del río Éufrates ha proporcionado soportes de gran tamaño (>256mm). El punto más cercano en la actualidad para encontrar bloques de este calibre en posición secundaria se sitúa en el afluente del Éufrates, el río Nahr Sejur (nº5, fig.3.1.4), a 45km de tell Halula en dirección NW.

En cambio, fue prospectada una pequeña colada basáltica en posición primaria, denominada Qalat Hadid (nº4, fig.3.1.3), a 29,6 km en dirección norte desde Jerf el Ahmar. Este pequeño promontorio alargado pudo proporcionar bloques de basalto compacto y vesicular de diversos tamaños. Por último, cabe destacar que la proximidad a nivel de composición mineralógica y textura deposicional entre las muestras de caliza obtenidas en los entornos inmediatos de ambos yacimientos (nº6-8, fig. 3.1.5) y las muestras arqueológicas analizadas (Anexo 1) señalan a estas áreas fuente de acceso inmediato como las más susceptibles de ser explotadas para la manufactura de instrumentos de molienda y trituración.

Fuente	Situación	Posición	Descripción	Materiales	Muestras
1. Wadi Furs Seguir	A 3,7 km al norte de tell Halula	Secundaria	Pequeño torrente en estado seco	Soportes tamaño mediano (80-100mm). 90% caliza, 5% basalto vesicular, 5% sílex	PHL-15 PHL-16
2. Wadi Jara Kbir	Al este de Dja'de al Mughara	Secundaria	Pequeño torrente en estado seco	Soportes mediano tamaño (100-200mm). 95% calizas grises, 5% basalto vesicular/compacto	--
3. Jada Seguir	Al norte de Dja'de al Mughara	Secundaria	Paleoterraza QII (actual terreno de cultivo)	Soportes mediano tamaño, máximo 150-200mm. 50% calizas silicificadas de tonalidades claras, 30% sílex, 10% basaltos principalmente BAC, presencia de pequeños cantos BAV1, 2 y 3. También 5% de cuarcitas y un 5% restante de litologías varias, algunos cantos posibles rocas ígneas intrusivas (componentes oscuros+feldespatos).	PHL-18
4. Qalat Hadid	A 10 km al este de la actual ribera oriental del Éufrates	Primaria	Colada basáltica (300x40m)	Soportes sobre todos los tamaños, 100% BA. Grandes bloques BAC. Presencia de un 5-10% de pequeños bloques BAV de diversos tipos: vesiculares/amigdaloides, de morfologías irregulares, circulares, etc. Presencia también de algunos bloques de tipo mixto (contacto facies vesicular-compacta).	PHL-13
5. Nahr Sejur	Río afluente occidental del Éufrates	Secundaria	Meandro de aprox. 20m (formación Qara Yaacoub-QIV?)	Grandes soportes de BA. 80% BAC, algunos llegan a presentar 500x500mm. 20% BAV, algunos con vesículas grandes, otros de tipo amigdaloides.	PHL-17
6. Jerf el Ahmar	Entorno inmediato al yacimiento	Secundaria	Antiguo torrente seco	Soporte pequeño calibre (50-100mm). Presencia relativa de rocas ígneas intrusivas (posibles granitos), BAC y cuarcitas.	--
		Primaria	Afloramiento de caliza	Calizas con soportes desprendidos de todos los tamaños. Observación de varias texturas, y sobre todo grano fino.	PHL-12
7. Paleoterrazas en la zona de Jarablus	A 43km norte de tell Halula	Secundaria	Paleoterraza QIII - QII	Soportes calibre pequeño (50-60mm). Variabilidad muy alta de litologías sedimentarias, metamórficas e ígneas. Presencia residual de BAC y BAV.	--
8. Montaña sur tell Halula	Entorno inmediato al yacimiento	Primaria	Afloramiento de caliza	Calizas con soportes de todos los tamaños. Observación de diversas texturas. Dominan con grano fino.	PHL-14

Fig. III.1.17. Descripción de las áreas-fuente prospectadas en relación al abastecimiento de materias primas líticas en el Valle medio del Éufrates. \* Para más información detallada sobre las muestras petrográficas, ver el análisis petrográfico en Anexo 1. Las imágenes del entorno y la localización de las áreas prospectadas se encuentran en las figuras 3.1.1-3.1.5.

## ***Síntesis sobre las áreas-fuente de materia prima lítica disponibles en el valle medio del Éufrates***

La revisión a la investigación precedente, junto a las nuevas prospecciones de campo y al análisis petrográfico de una selección de muestras arqueológicas y geológicas en la región del Valle medio del río Éufrates, han proporcionado los siguientes resultados en relación con el abastecimiento de materias primas líticas en los poblados de Jerf el Ahmar y tell Halula:

- Materias primas líticas de acceso inmediato (0-2,5km): materiales que pueden ser recogidos en el entorno geológico inmediato a los yacimientos. En este caso, serían las rocas sedimentarias, particularmente las calizas eocénicas, oligocénicas y helvecienses, disponibles en soportes de todos los tamaños y texturas variadas.

- Materias primas líticas de acceso local (2,5-10km): materiales depositados en las terrazas de los márgenes del río Éufrates y a pocos kilómetros de ambos yacimientos (ver *supra*). En este grupo, se incluyen los soportes de tamaño medio de rocas metamórficas (cuarcita, mármol) y de rocas ígneas como el granito, el pórfido, la traquita y el basalto (compacto y vesicular).

- Materias primas líticas de acceso regional (10-30km): materiales procedentes de afloramientos en posición primaria de rocas volcánicas, concretamente basaltos. Estas áreas fuente se encuentran a una distancia a partir de los 20km, partiendo de ambos poblados, con el añadido de que desde tell Halula debe cruzarse también el cauce del río Éufrates<sup>7</sup>. La ventaja de estos afloramientos en posición primaria descritos por Briand & Santallier (inédito) es la disponibilidad de diversos tamaños de soportes (*cobble* 64-256mm; *boulder* >256mm). Finalmente, a una distancia que llega a superar lo estrictamente considerado como acceso regional, las terrazas del río Nahar Sejur, situadas en torno a los 27-45 km de distancia respecto al poblado de tell Halula, constituyen otra opción de abastecimiento para la obtención de bloques de basalto (compacto y vesicular) de gran tamaño.

En el caso de tell Halula, Álvarez y Clop (Clop 2008; Álvarez & Clop 2013) llegan a conclusiones parecidas en relación con la explotación de recursos líticos de este yacimiento. Por otro lado, Chambrade para los dos yacimientos del Éufrates, tell Halula y Jerf el Ahmar (Chambrade 2012: 512-513, 541, fig. IIIc-IIIg) propone estrategias semejantes a las descritas anteriormente. Dado que se trata en gran parte de formaciones a partir de depósitos secundarios, resulta poco probable encontrar evidencias directas de las actividades de extracción. Por este motivo, la aproximación a las estrategias de aprovisionamiento propuesta será siempre de tipo probabilística<sup>8</sup>.

A partir de toda la información obtenida, el siguiente paso del análisis será tratar de identificar el origen concreto de cada grupo litológico. Mientras que para los soportes de tipo canto de río sobre rocas metamórficas e ígneas (exceptuando los de basalto de grandes dimensiones) el

---

<sup>7</sup> Chambrade (2012: 307) hace referencia a la posible navegación por el río Éufrates durante el Neolítico precerámico para transportar materias primas, ya que el transporte marítimo está documentado a partir de la presencia en Chipre de grupos precerámicos procedentes del Levante en el IX milenio ANE (Guilaine *et al.* 1996).

<sup>8</sup> Risch (1995) plantea la misma consideración en su análisis sobre los depósitos secundarios explotados en Fuente Álamo y Gatas (sudeste de la Península Ibérica).

origen eufrático está prácticamente asegurado, la determinación del origen de los grandes bloques de basalto utilizados para la fabricación de útiles requiere de la implementación de análisis químicos más detallados. A nivel metodológico, sería interesante combinar las técnicas aplicadas por Weinstern-Evron *et al.* (1999) (datación de las coladas), Lease & Laurent (1998) (petrografía, microsonda y geoquímica), seguido de una confrontación con los datos de los basaltos regionales analizados por Briand & Santallier (inédito).

A modo de propuesta, planteamos el análisis y la comparación de los basaltos transportados por el Éufrates y por el Nahr Sejur (posición secundaria), ambos cursos procedentes del Tauro, con los basaltos de los afloramientos primarios estudiados por Briand & Santallier (inédito) al este del yacimiento de Dja'de, los cuales son de procedencia local/regional.

### **3.1.3. Contexto geológico del área sud-oriental de la Ghouta (Oasis de Damasco). Antecedentes y prospecciones realizadas.**

El sur de Siria está caracterizado, a nivel geológico, por las importantes coladas volcánicas que se extienden alrededor de la capital (Damasco), y por su centro más activo situado en la región del Jabal Al-Arab (o Jabal Druze), donde las coladas son más extensas (1100-1200 m, según Sanlaville 2000: 100). Las coladas más antiguas, del Mioceno inferior al medio, se localizan en el sur de Damasco, alteradas notablemente por lo que no conservan los cráteres.

El Oasis de Damasco, donde se sitúa el yacimiento precerámico de tell Aswad, se encuentra delimitada al noroeste por el Qalamun, contrafuerte oriental del Antilíbano, y, al sur, por las colinas y mesetas basálticas del sur de Siria que mencionábamos previamente. Se trata de un fondo lacustre formado por sedimentación arcillo-limosa del cual destaca una notable riqueza hidrográfica. En época neolítica y, hasta los últimos siglos, existían dos grandes formaciones lacustres cercanas a tell Aswad, el lago Aataibé y el lago Hijjané (fig.III.1.18).

Sin embargo, el entorno más inmediato del poblado está constituido por depósitos arcillosos, dejando las formaciones montañosas (conglomerados, margas y calizas) hacia el norte (c.30km) y las colinas basálticas hacia el sur (a partir de 5,5km). Los cursos de agua cercanos a tell Aswad, como el Nahr Al'waj y el Barada, aportarían materiales locales de pequeño calibre (Chambrade 2012: 558).

Prospecciones recientes en la zona confirman que la montaña basáltica de Hijjané se encuentra a 5,5 km al sur del yacimiento de tell Aswad, y se corresponde con el afloramiento de rocas ígneas más cercano al poblado neolítico (Fig.III.1.18). Se trata de un volcanismo antiguo, del Mioceno inferior y medio según Trifonov *et al.* (2011), del cual persisten pequeñas colinas de una cincuentena de metros de altura en esta zona.

Las recientes prospecciones de campo realizadas en Hijjané, en el marco del presente trabajo de investigación, han permitido confirmar la presencia de varias facies de basalto compacto y basalto vesicular (BV1, BV2 y BV3), así como una amplia disponibilidad de soportes de todos los tamaños (Fig.3.1.6). Por otro lado, los análisis por lámina delgada indican una relación positiva a nivel petrográfico entre muestras arqueológicas de tell Aswad y muestras geológicas de Hijjané (Anexo 1, Grupos B1 y B2). Los gabros/doleritas, aunque no han sido documentados

entre las muestras geológicas, fueron identificados por criterios macroscópicos en la montaña de Hijjané. En cambio, las pumitas, aunque no fueron localizadas durante las prospecciones, formarían parte del vulcanismo regional.

Por último, a pesar de que no fue posible prospeccionar las montañas calcáreas situadas al norte de tell Aswad (a una distancia de 25-30km), los tres ejemplares de caliza inventariados en la base de datos del yacimiento son considerados como materias primas captadas en el entorno regional del asentamiento.

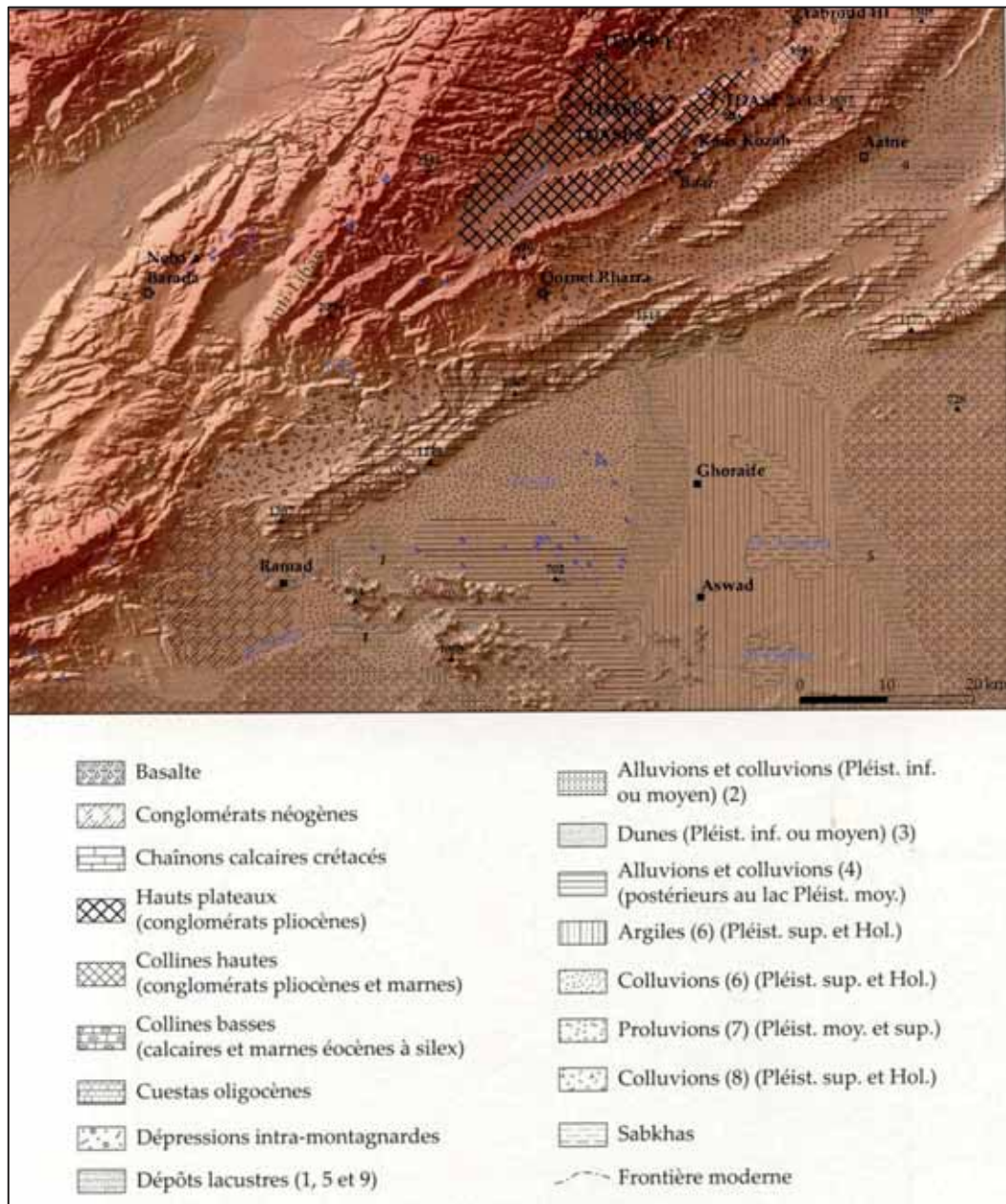


Fig. III.1.18. Mapa de la orografía y croquis geomorfológico del Oasis de Damasco, extraído de Chambrade (2012, fig.117), a partir de Van Liere 1960-61; Ponikarov 1966 y Kaiser *et al.* 1973.



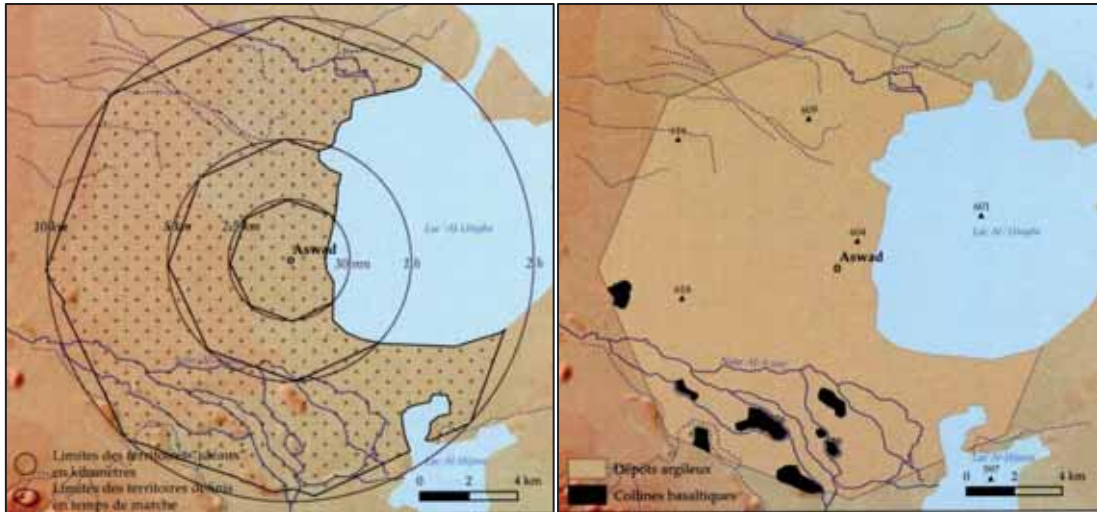


Fig. III.1.19. Límites de los territorios microregionales (izquierda) y los geo-sistemas del territorio económico (derecha) de tell Aswad, según Chambrade (2012:144, figs.185-186).

### ***Síntesis sobre las áreas-fuente de materia prima lítica disponibles en el Oasis de Damasco***

La explotación casi exclusiva de los basaltos como materia prima para la manufactura del utillaje de molienda y trituración de tell Aswad (ejemplares en gabro/dolerita, pumita y caliza completan la serie) se encuentra principalmente marcada por la disponibilidad de recursos líticos en su entorno local. Junto a este factor determinante, tal y como han demostrado diversos trabajos (Delgado *et al.* 2008, 2009) (ver *infra* apartado 3.1.5), las propiedades físicas del basalto le confieren unas capacidades abrasivas muy adecuadas para las actividades de molienda y trituración.

#### **3.1.4. Contexto geológico de la llanura del Akkar. Antecedentes y prospecciones realizadas.**

La región volcánica más próxima a tell Arqa se sitúa en Homs (Syria), al norte del yacimiento, la cual ha sido ampliamente citada y considerada como un centro de abastecimiento de basalto en la Edad del Bronce del Levante norte (ver referencias en el catálogo de Bombardieri 2010). En el análisis geológico realizado por Xenophontos *et al.* (1988) se describen estas jóvenes formaciones basálticas levantinas en términos petrográficos (presencia mayoritaria de fenocristales de olivinos que se alteran a iddingsita con recurrencia) y geoquímicos (valores relativamente altos de TiO<sub>2</sub> y Zr que los diferencian de los basaltos del Egeo).

Hacia el sur, las formaciones del Cenozoico Superior de la región de Homs traspasan la frontera con Líbano, de manera que los basaltos se encuentran en posición primaria a partir de 7-8 km del yacimiento de tell Arqa (fig.3.1.7). Estas montañas, incluidas en el entorno regional de tell Arqa, fueron prospectadas puntualmente en el inicio de nuestro estudio para determinar la presencia de basaltos en la zona. De esta forma, una muestra geológica de basalto (PHL-34) de

esta zona próxima a la localidad de Deir Jannine fue incluida en el análisis petrográfico (ver Anexo 1). Además, pudimos comprobar la presencia mayoritaria de basaltos compactos de grano grueso (c.70%) junto a facies de basalto vesicular/amigdaloides de grano más fino (c.30%).

### **3.1.5. Balance de resultados sobre las materias primas líticas explotadas para la elaboración de instrumentos de molienda y trituración**

El análisis realizado pretende contribuir a un mejor conocimiento de los criterios que habrían influenciado a los habitantes de los cuatro yacimientos estudiados a la hora de seleccionar las materias primas: las propiedades mecánicas de las rocas seleccionadas, en relación con los trabajos de molienda y trituración, y la disponibilidad de cada tipo de roca en el entorno de los mismos yacimientos.

#### ***Tipos y propiedades de las rocas explotadas***

De las litologías documentadas, Delgado *et al.* (2008, 2009) analizan su capacidad abrasiva y resistencia a la fricción ordenándolas de la siguiente forma: El basalto vesicular se encuentra entre el grupo de rocas de mayor capacidad abrasiva (grado de rugosidad superficial muy alto debido a la presencia de vesículas) y mayor resistencia a la fricción (grado de cohesión alto). Por otro lado, el gabro presenta una rugosidad superficial baja, pero una resistencia a la fricción alta; al contrario que el conglomerado (rugosidad alta, resistencia a la fricción baja). Por último, un grupo de rocas compuesto, entre otros, por arenisca y mármol dieron como resultado valores bajos en ambas capacidades.

A estos grupos podríamos incluirles las rocas ígneas intrusivas documentadas en los yacimientos estudiados (granito, pórfido, pegmatita), con unos valores que pueden asemejarse a los registrados en el caso del gabro, es decir, resistencia a la fricción alta y capacidad abrasiva más variable. Según nuestra experiencia en el estudio del Jerf el Ahmar, la capacidad abrasiva de este tipo de rocas puede incrementarse notablemente con un proceso de piqueteado de la superficie activa, tal y como se observa en todas las moletas fabricadas con estas rocas en este poblado neolítico (ver cap. 3.3.1. Jerf el Ahmar). Un caso parecido es el de los útiles sobre basalto compacto, el cual, sin la presencia de vesículas, pero con una resistencia a la fricción alta, puede incrementar la capacidad abrasiva con el piqueteado de la superficie activa.

Aparte queda la caliza que, formada mayoritariamente por CaCO<sub>3</sub> (calcita o aragonito, ver Anexo 1), presenta una dureza muy baja (3 en la escala de Mohs) y, por tanto, una resistencia a la fricción también baja. La cohesión de las calizas analizadas es habitualmente de grado medio (grupos C1 y C2), salvando los casos excepcionales en los que se produzca un proceso de dolomitización que aumenta la cohesión de la roca hasta alcanzar un grado alto (grupo C3). Sin embargo, muchas de las calizas documentadas en la base de datos contienen granos carbonáticos de elementos marinos (bivalvos, algas rojas coralinas, etc.) que le confieren una rugosidad extra a la matriz micrítica. Algunos de estos tipos de calizas con elementos marinos fosilizados documentados en Jerf el Ahmar presentan una textura porosa semejante a la textura vesicular, por lo que también le confieren una notable rugosidad natural a la roca. Finalmente, y al igual que el resto de rocas, los útiles elaborados sobre caliza también pueden aumentar su capacidad abrasiva mediante un piqueteado de la superficie.

Lebreton (2003:64) distingue entre rocas duras y rocas blandas, debido a que su dureza influye en su aptitud para la talla. Las rocas calizas son las únicas de su estudio que pueden clasificarse de las dos formas debido a su composición mineralógica variable. Será la resistencia a la fricción (resistencia al rayado) la prueba que determine si se trata de una caliza dura o blanda. Sin embargo, la elección de un tipo de roca de otro para la confección de vasos de piedra implica el conocimiento de las propiedades funcionales que la materia prima confiere al producto acabado: resistencia al choque mecánico, resistencia al choque térmico, impermeabilidad, peso y color.

Otros autores han resaltado el grado de contaminación del producto durante la molienda a causa del desgaste de la roca (Schoumacker 1993; Schneider 2002), y la necesidad de reavivado que también determina la vida de uso de los útiles, relación en la que destaca el basalto vesicular por presentar una textura natural que favorece la auto-regeneración de la rugosidad necesaria para llevar a cabo la molienda (Procopiou 1998: 217; Baudais & Lundström-Baudais 2002: 168-169). En este sentido, durante el programa experimental (ver cap. 3.2) la contaminación del producto molido por pérdida de partículas de la roca de los útiles en basalto fue registrada en el caso de la experimentación con granos de cereal<sup>9</sup>.

### ***Disponibilidad de materias primas líticas en el entorno: Estrategias de abastecimiento***

Una vez contrastada la información precedente (estudios y trabajos anteriores) en las tres regiones de estudio con los datos obtenidos en el análisis de la materia prima (prospecciones sobre el terreno recientes, análisis petrográfico a escala macro y microscópica) ha sido posible sustraer las siguientes conclusiones.

#### *- Resultados para el área del Valle medio del Éufrates*

Se identifica una estrategia diferente en el aprovisionamiento de las dos materias primas más explotadas en la base datos, los basaltos y las calizas. La importancia de estas rocas para la manufactura de útiles de molienda y trituración varía entre yacimientos y entre períodos históricos (ver cap. 3.3). El resto de litologías documentadas parece proceder de una misma fuente de abastecimiento principal, las terrazas del Éufrates.

- En el caso de las rocas ígneas volcánicas, los resultados del análisis petrográfico por lámina delgada de muestras arqueológicas y geológicas constatan que los tipos de basalto disponibles en las diversas áreas-fuente prospectadas se relacionan con los ítems arqueológicos muestreados (ver grupos petrográficos 2 y 3, anexo 1). De esta forma, no hay evidencias a nivel petrográfico (granulometría, composición mineral, estructura y textura de la roca) que contradigan las hipótesis que señalan los puntos prospectados como las áreas-fuente para la captación de materia prima en la producción de este utillaje (terrazas del río Éufrates y de sus afluentes, y explotación posible de afloramientos primarios como el nº4 Qalat Hadid).

---

<sup>9</sup> Los resultados sobre la contaminación del producto en el programa experimental no han podido ser incluidos en el trabajo final por falta de tiempo. Sin embargo, serán incluidos en el análisis para próximas publicaciones.

Además, cabe distinguir entre el abastecimiento de soportes líticos de mediano (64-256mm) y gran tamaño (>256mm). Como indicábamos más arriba, actualmente los bloques de mayor tamaño sólo se encuentran disponibles en los afloramientos primarios de basalto al este del Éufrates y, también en pequeñas cantidades, en el curso del río Nahr Sejur, afluente del Éufrates. Si trasladamos esta situación al período neolítico, cabe suponer una doble estrategia de captación de bloques de basalto para la fabricación de útiles de molienda y trituración en función del tamaño deseado: los depósitos en posición secundaria para los soportes de tamaño medio, y los afloramientos en posición primaria para la captación de bloques de gran tamaño. De manera puntual, podrían seleccionarse bloques de tamaño grande transportados por el Nahr Sejur (nº5), incluso en su confluencia con el río Éufrates.

- En el caso de la caliza, la geología del substrato de los yacimientos de tell Halula y Jerf el Ahmar sitúan a estos mismos entornos inmediatos como el punto de captación de los diversos tipos de calizas explotadas (*mudstone*, *packstone* y creta helveciense). Los datos obtenidos en el examen macroscópico y en el análisis microscópico también confirmarían esta hipótesis.

- Para las rocas ígneas intrusivas (granitos, pórfido, pegmatita) y las rocas metamórficas (cuarcita, mármol), son los criterios geomorfológicos los que prevalecen sobre los petrográficos: la esfericidad de los soportes utilizados en estas litologías denotan un claro origen fluvial de los cantos transformados en moletas, pilones y otros útiles. Los datos disponibles sobre caracterización de las terrazas del Éufrates indican el transporte de este tipo de rocas desde el Tauro hasta la región donde se ubican los yacimientos de tell Halula y Jerf el Ahmar. Dada la inexistencia de afloramientos primarios de estas litologías en el entorno regional de ambos yacimientos, la explotación de los depósitos secundarios que ofrece el Éufrates (de origen táurico) se presenta como la única vía de captación de estas materias primas líticas en la zona.

#### *- Resultados para el área sud-oriental de la Ghouta (Oasis de Damasco)*

El entorno regional de tell Aswad viene marcado por una reducida variedad de materias primas líticas susceptibles de ser utilizadas en la manufactura de instrumentos de molienda y trituración. Esta situación sitúa a las colinas basálticas del sur del poblado como las áreas de captación principal, en las que además se encuentra disponible una alta gama de texturas (basaltos compactos, basalto vesicular V1, V2 y V3) y tamaños de los soportes líticos. En este caso concreto, un afloramiento de materia prima en posición primaria pudo abastecer a toda la producción del utillaje de molienda y trituración fabricado en este poblado neolítico.

La primacía del uso del basalto para la elaboración de útiles de molienda y trituración se constata también en otros yacimientos neolíticos de la región de Damasco, como Ghoraife (de Contenson 1995) y tell Ramad (de Contenson 2000).

- *Resultados para la llanura del Akkar*

A modo de propuesta inicial para el yacimiento de tell Arqa, y sin poder atender a los mecanismos que rigieron las redes de circulación de materias y objetos propios de la Edad del Bronce, se presentan dos fuentes de materia prima lítica disponibles. Recordemos que el utillaje de tell Arqa está compuesto íntegramente por basalto (compacto y vesicular).

a) Entorno local, a 8-14 km del yacimiento, donde se ubican afloramientos de basalto, como los prospectados y muestreados recientemente en la zona de Deir Jannine. Además de la posición *in situ* de estos basaltos, cabe plantear la posibilidad de un transporte fluvial y torrencial de estos materiales desde las montañas hacia el piedemonte y la llanura del Akkar. La muestra recogida en Deir Jannine, incluida en el análisis petrográfico, no presenta diferencias significativas en comparación con las muestras arqueológicas de tell Arqa.

b) Entorno regional, contactos comerciales o explotación directa de las coladas basálticas del área de Homs. En este caso, debe plantearse la probable llegada a tell Arqa de útiles de basalto acabados o semi-acabados fruto de las relaciones comerciales entre la región del valle del Akkar y la zona de Homs, donde se ubican los afloramientos más extensos.

En síntesis, se ha podido comprobar que la manufactura de instrumentos de molienda y trituración en los cuatro yacimientos estudiados pudo estar influenciada por la disponibilidad de materias en el entorno regional, a pesar de que fueron implementadas varias estrategias de abastecimiento para solventar las necesidades en cada caso. Se constata la disponibilidad en el entorno inmediato, local y regional de todas las materias primas líticas utilizadas en la fabricación de estos útiles, por lo que no fueron necesarios desplazamientos superiores a los 20-30km. Sin embargo, a partir de estas tres escalas de proximidad a las áreas-fuente, se observa una selección diferencial entre las distintas rocas explotadas. Esta diferenciación en las vías de captación de las diversas materias primas líticas será puesta en relación con el tipo de útil manufacturado, el uso que tuvieron los útiles y los cambios a través del período de ocupación de los yacimientos estudiados (ver cap. 3.3).



## 3.2. Programa experimental sobre molienda con útiles de basalto

En este apartado se exponen los resultados del programa experimental sobre molienda y abrasión llevado a cabo en el marco de la tesis doctoral. En primer lugar, se detallan los objetivos generales del programa experimental y, a continuación, se realiza una revisión al contexto funcional de los cuatro yacimientos estudiados (Jerf el Ahmar, tell Halula y tell Aswad) en relación con el instrumental de molienda (¿qué materias pudieron ser procesadas con este utillaje?). Esta observación del contexto funcional es considerada como el paso previo fundamental para desarrollar la experimentación, ya que las hipótesis funcionales de partida deben estar fundamentadas a partir de los datos empíricos procedentes de la paleobotánica, la arqueozoología y del registro arqueológico en general de cada yacimiento estudiado. Finalmente, se definen los parámetros experimentales que han regido cada secuencia del programa, se describen los bloques de la materia prima disponible y los útiles implementados para la fabricación de los útiles experimentales y, por último, se presentan de forma sintética el desarrollo y los resultados de la experimentación.

### 3.2.1. Objetivos generales del programa experimental

Considerando como marco de referencia el contexto funcional de los yacimientos estudiados (ver *infra*), el programa experimental consta de 4 grupos materiales: 1) fabricación de útiles macrolíticos de molienda en basalto, 2) procesado de materias vegetales, 3) procesado de materias minerales, y 4) procesado de materias animales. Además de una evaluación general del comportamiento de los bloques experimentales durante su manufactura y su utilización en las diversas experimentaciones, el foco de interés se ha centrado sobre todo en el análisis de los patrones de trazas de uso resultantes. Los patrones de desgaste observados sobre las superficies experimentales podrán entonces ser comparados con los patrones de trazas de uso documentados en las superficies arqueológicas (ver *infra* cap.3.4).

### 3.2.2. Revisión del contexto funcional: Las materias susceptibles de ser procesadas con el utillaje de molienda y trituración en Jerf el Ahmar, tell Halula y tell Aswad

A partir de las diversas esferas técnicas en las que puede participar el utillaje de molienda y trituración (ver revisión en cap. 1), la información disponible en el registro arqueológico de los tres yacimientos neolíticos ha permitido delimitar el abanico de posibilidades funcionales de los instrumentos estudiados:

#### **- Materias vegetales:**

##### *Jerf el Ahmar*

El análisis arqueobotánico (fig.1.4.7; fig. 3.2.1, nº7) indica que los cereales silvestres (restos de granos de *H.spontaneum/distichum* y de *Secale/Triticum*; bases de espiguillas de centeno y cebada) son las plantas comestibles más abundantes en el yacimiento de Jerf el Ahmar. Aunque la presencia de **leguminosas** es menor en términos absolutos que los cereales, los restos de *Lens* sp. y *Pisum/Vicia/Lathyrus* presentan una alta ubiquidad entre las muestras de Jerf el Ahmar. La **especie frutal** mejor representada, la *Pistacia*, pudo haber sido explotada para consumir sus frutos y para la extracción de aceites. Por otro lado, el fruto de la especie *Amygdalus webbii/orientalis* presente en Jerf el Ahmar (Fig.3.2.1 nº10) podría ser tóxica; aunque con el procesado mediante tueste, la toxicidad puede ser eliminada. Cabría destacar la

presencia significativa de la alcaparra (*Capparis*) (Fig.3.2.1 nº9) y, en menor medida, la viña silvestre (*Vitex agnus-castus*) y la higuera (*Ficus carica*) (Willcox *et al.* 2008, 2009).

Existe un notable conjunto de muestras de otras plantas salvajes utilizadas en la alimentación y la obtención de fibras, tintes, aromas, etc. (ver tabla Fig 1.4.7), como *Brassicaceae* (Fig.3.2.1 nº8) y *Polygonum/Rumex* que presentan altas concentraciones en algunas muestras (recolección para un uso concreto). Por último, la recuperación excepcional de un preparado alimenticio sobre un molino de la denominada "cocina quemada" de Jerf el Ahmar (Willcox 2002) (EA10, fig. 3.3.26) permitió obtener un ejemplo de **receta neolítica** conservada en estado carbonizado, y compuesto por granos triturados de plantas comúnmente utilizadas como condimentos alimenticios (*Brassica* y *Sinopsis*). Este preparado en forma de "galletas" (Fig.3.2.1 nº1,2,3 y 5) fue reproducido experimentalmente por M. Lebreton (2003: 433-435), mediante la trituración con mortero y la molienda con un molino de basalto para conseguir una reducción similar de los granos y los envoltorios (testa) de las semillas observadas en el ejemplar arqueológico.

#### *Tell Halula*

Según los análisis arqueobotánicos presentados en el capítulo 1, los **cereales** predominantes en tell Halula son tanto la escanda menor (*T. dicoccum*, trigo vestido), como el trigo común/duro (*T. aestivum/durum*, trigo desnudo) y la cebada de dos carreras (*Hordeum distichum*). Las **leguminosas** mayoritarias son *Lens orientalis/culinaris* (lenteja), *Lathyrus sativus*-type (guija), *Pisum sativum* (guisante) / *Pisum* sp., *Vicia* cf. *ervilia* (arveja) y *Vicia Fava* (haba). El espectro vegetal para fines alimenticios se completa con las **especies frutales**: *Capparis* sp. (alcaparra), *Amygdalus* sp. (almendro), cf. *Ficus* sp. (higuera) y *Pistacia* sp. (pistacho silvestre) (Willcox & Català 1996; Buxó & Rovira, en prensa).

#### *Tell Aswad*

Las formas domésticas de **cereales** (*Triticum dicoccum*, *Triticum monococcum*, *Triticum durum/aesticum*, *Hordeum nudum*) (Fig. 3.2.2) coexistieron con formas todavía silvestres en tell Aswad (*Hordeum spontaneum*). La presencia de **leguminosas** (*Lens culinaris*, *Pisum sativum*) y **frutos** (*Ficus*, *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*, *Capparis* cf. *spinosa*, *Pistacia*) completan el registro principal de especies comestibles del poblado (Van Zeist & Bakker Heeres 1979; Stordeur *et al.* 2010).

Otros productos vegetales documentados en los tres yacimientos, más allá del consumo alimenticio, entran en el terreno de las producciones artesanales, como la fabricación de objetos en madera y caña por abrasión (*Fraxinus*, *Quercus*, *Amygdalus*, etc.).

#### **- Materias animales:**

Las técnicas de procesado de materias animales para consumo alimenticio (ver referencias en cap. 1.5) resultan difíciles de identificar en el registro arqueológico; por lo que no contamos con evidencias directas en los tres yacimientos estudiados con las que pudieran relacionarse el



utillaje de molienda y trituración<sup>1</sup>. En el ámbito de las producciones artesanales, en el procesado de **pieles animales** podrían intervenir útiles tipo moletas en las etapas de limpieza inicial, así como en la flexibilización de las pieles ya en estado seco, gracias a las capacidades abrasivas de útiles líticos de grano grueso (rocas ígneas intrusivas) o vesiculares (concretamente basaltos). En este caso, existen evidencias del trabajo de la piel en útiles líticos en tell Halula (Molist *et al.* 2001; González & Ibáñez 2001); evidencias de un procesado que podría ser complementado con el uso de útiles macrolíticos (Bofill & Taha, 2013)<sup>2</sup>.

La fabricación de **ornamentos sobre concha** (sobre todo *de Cypraea* en Halula y Aswad, fig. 3.2.3.b y e, y de pequeñas conchas de río en Jerf el Ahmar) implican secuencias de abrasión probablemente realizadas sobre útiles macrolíticos tipo molino en los tres yacimientos estudiados (Alarashi 2010, com. pers.).

En relación con la **industria ósea**, LeDosseur (com.pers.) identifica en tell Aswad secuencias de raspado combinado ocasionalmente con la abrasión sobre los punzones, las vainas, etc. En tell Halula, la abrasión se documenta sobre todo en el MPPNB y en menor medida en el periodo Halaf, cuando la técnica de manufactura más utilizada es el raspado (Taha in press; Taha com. pers.) (Fig.3.2.3h). La abrasión de hueso sobre un soporte lítico como el basalto ha sido reproducido experimentalmente también por B. Taha con resultados muy satisfactorios (Taha 2013), si bien también se han propuesto otras rocas como la arenisca, o incluso una losa de piedra con arena como abrasivo intermediario.

#### - **Materias minerales:**

Sobre la producción de **pigmentos minerales**, la materia prima ha aparecido documentada en el poblado de Jerf el Ahmar, con ejemplos de restos adheridos a las superficies activas de implementos de molienda (molino JF63, moleta JF265, Fig. III.3.41). Por otro lado, restos de materia de pigmentos minerales también han sido documentados en tell Halula, tanto en las sepulturas (fig.3.2.3g), como en los espacios exteriores y vinculados a la decoración de paneles en las casas (Fig.3.2.3f) y en las cerámicas (Gómez *et al.* 2012). En el caso de tell Aswad, también se han conservado espectacularmente los pigmentos utilizados para pintar los cráneos modelados de las sepulturas (Fig.3.2.3a).

La producción de **cal** para la construcción de casas y estructuras (adobes, enlucidos, etc.) está ampliamente documentada desde el inicio de la ocupación de tell Halula (Molist 1998; Lebreton 2003). El uso de la cal también está documentado en los enmangues para útiles en tell Halula (Borrell 2006; Borrell & Molist 2007). Durante el proceso de trituración y de mezclado de la cal, los útiles macrolíticos de molienda y trituración pudieron intervenir en la esfera productiva de este material.

En cuanto al trabajo de abrasión y pulido de otros **objetos líticos**, destacan los ornamentos en rocas blandas, y otras más duras como la serpentina y cornalina, cuyo proceso de formatización por abrasión pudo realizarse con soportes minerales tipo molino en los tres

---

<sup>1</sup> Sería necesario plantear análisis de residuos para identificar ácidos grasos y otros elementos que pudieran identificar de forma directa el procesado de materias animales sobre el utillaje de molienda y trituración, el cual por referencias etnográficas es común en muchas sociedades (ver *supra* cap.1).

<sup>2</sup> Los datos que proporciona Saña (1999:116-117) sobre determinados tipos de corte (despellejado) en mandíbulas de *Vulpes vulpes* y *Canis familiaris* podrían sugerir un aprovechamiento de las pieles de estos animales en combinación con el consumo de su carne en tell Halula.

yacimientos (Alarashi, com. pers.) (Fig.3.2.3e). La misma técnica podría utilizarse para la abrasión y pulido de hachas pulimentadas en rocas duras y de útiles en caliza blanda (posibles azadas) de tell Halula (Fig.3.2.3c-d).

Finalmente, en el periodo neolítico cerámico de tell Halula, mediante el análisis petrográfico de las **pastas cerámicas** procedentes de los niveles pre-Halaf, se ha observado que los **Grupos 5 y 7** establecidos por Clop (2013) "*se caracterizan por la presencia de fragmentos de rocas carbonatadas así como de calcita triturada y añadida a propósito por los artesanos en la pasta*".

A partir de aquí, el análisis traceológico de los patrones de desgaste observados en los útiles de molienda y trituración (cap.3.4), así como la conservación de residuos sobre sus superficies, permitirá establecer cuáles de estas materias pudieron ser procesadas con el utillaje analizado.

### 3.2.3. Presentación y resultados del programa experimental

La experimentación<sup>3</sup> se ha centrado en los instrumentos de molienda, abrasión y trituración con caras activas planas o plano/convexas (molino-moleta), elaborados sobre diferentes tipos de basalto. Se trata de un programa experimental no sistemático sino exploratorio, realizado al aire libre y sin control de las variables ambientales.

Entre las diversas esferas técnicas en las que el utillaje de molienda y trituración pudo estar implicado (ver *supra*), en este trabajo dedicaremos una especial atención al procesado de cereales, tanto por su papel en el desarrollo de las prácticas agrícolas en el contexto histórico al que pertenecen los conjuntos artefactuales analizados aquí, como por constituir la función principal de este tipo de utillaje en los ejemplos etnográficos y arqueológicos consultados (ver *supra* cap.1). La explotación de los datos experimentales también ha constado de un análisis carpológico (Antolín 2013) del producto obtenido tras la experimentación con el descascarillado de cereales vestidos, y de un análisis de residuos para evaluar los resultados de las secuencias de procesado de los cereales (ver *infra* cap. 3.4; Anexo 2).

#### - *Parámetros experimentales*

a) Materias primas de los útiles: La utilización de tipos de basalto diferentes (basalto compacto-grano grueso y basalto vesicular-grano fino) y de procedencias localizadas (Valle del Éufrates y zona de Damasco) pretende contemplar la variabilidad básica que presenta el conjunto arqueológico sobre basalto estudiado.

b) Modos de percusión y registro de la actividad:

- Tipos de percusión reproducidos: percusión apoyada difusa y movimiento de vaivén, percusión apoyada difusa y movimiento circular, combinación de percusión apoyada y

---

<sup>3</sup> Una primera etapa del programa experimental se llevó a cabo en el Institut d'Archéologie Orientale de Jalès (CNRS - Berrias, Francia), y posteriormente, se finalizó en las instalaciones del Departamento de Prehistoria de la UAB (Laboratori d'Anàlisis Arqueològiques, Campus Bellaterra). Agradecemos la colaboración y las facilidades otorgadas por los diversos miembros de ambas instituciones en la realización de este programa experimental: D. Stordeur, G. Willcox y H. Alarashi (CNRS-MOM); R. Piqué, R. Risch, S. Delgado, M. Saña, C. Tornero, F. Antolín, M. Molist, H. Faissal y B. Taha (UAB-Dep. de Prehistoria).

movimientos de vaivén y circular, y combinación de percusión lanzada/apoyada (*crushing and grinding*).

- Se han registrado así mismo la duración de las experimentaciones, dividiendo las mismas a partir de secuencias de 20 min. Se han registrado también el número de movimientos en las percusiones de vaivén<sup>4</sup>.

- Todos los experimentos se han llevado a cabo por la misma persona para reducir variabilidad en cuanto a fuerza, ritmos, gestos, etc. Para las experimentaciones con equipos de dos útiles de molienda se han utilizado algunas piedras a modo de falcas para mejorar la estabilidad y la inclinación del molino durante su uso.

- En ciertas secuencias se ha probado el uso de aditivos (agua, cenizas, ocre) para testear su eficacia en las actividades de molienda y abrasión de ciertas materias.

c) Patrones de desgaste de las superficies experimentales: Se ha realizado una descripción sistemática de las superficies tras cada secuencia experimental (Niveles de observación 1 y 2). Toma de muestras de superficies (fragmentos *c.*2cm<sup>2</sup>) y moldes de silicona para análisis de microscopía posteriores.

d) Análisis de residuos y valoración de la efectividad del procesado de cereales: Se han tomado muestras para análisis de fitolitos (descascarillado y molienda), toma de muestras carpológicas para el análisis arqueobotánico (descascarillado), y también se han examinado a nivel macroscópico los diversos productos obtenidos.

En resumen, el programa experimental se compone de cuatro grupos materiales, divididos a su vez en 12 experimentaciones y un total de 36 réplicas experimentales, que detallamos en las siguientes tablas:

Grupo Material	Nº Exp.	Actividad de molienda, abrasión o trituración	Nº Réplica exp.	Parámetros experimentales			
				Equipo	Tiempo	Materia a trabajar, estado	Gesto técnico, Postura y soporte
1a. Fabricación útiles basalto	1.1	Preparación bloques experimentales - Piqueteado	1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 1.1.4; 1.1.5; 1.1.6; 1.1.7	Bloques exp. 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	Bloques 1, 2 y 3 (1h30min); bloques 4, 5, 6 y 7 (20-30min)	Piqueteado con percutor (sílex, cuarcita) sobre bloque experimental de basalto	Percusión directa, sentado en el suelo
	1.2	Preparación bloques experimentales - Abrasión moleta Vs molino	1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.2.4; 1.2.5; 1.2.6; 1.2.7	Bloques exp. 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	Secuencias de 10-20 min	Abrasión molinos Vs moletas	Percusión apoyada difusa (vaivén), sentado en el suelo

<sup>4</sup> El conteo de los movimientos de percusión realizados en cada experimentación fue abandonado tras detectar que el promedio siempre rondaba los 200 movimientos cada 18-22min. De esta forma, se estableció que el conteo por tiempo era más sencillo y suficiente para cuantificar el desgaste.

Grupo Material	N° Exp.	Actividad de molienda, abrasión o trituración	N° Réplica exp.	Parámetros experimentales			
				Equipo	Tiempo	Materia a trabajar, estado	Gesto técnico, Postura y soporte
2. Procesado Mat. Vegetales	2.1	Descascarillado de <i>H. Vulgare</i>	2.1.a	Molino2/moleta4	Secuencias de 20min hasta 5 h	Granos vestidos de <i>H. Vulgare</i> (en seco, y tras remojo 30m)	Percusión apoyada difusa (vaivén) (poca presión), de pie sobre una mesa
		Descascarillado de <i>T. monococcum</i>	2.1.b	Molino2/moleta4; molino1/moleta7	Secuencias de 20min hasta 5 h	Granos vestidos de <i>T. monococcum</i> (en seco, y tras remojo 30m)	
	2.2	Molienda de <i>H. vulgare</i>	2.2.a	Molino2/moleta4; molino3/moleta5	Secuencias de 20min hasta 5 h; secuencia larga 12h	Granos semi-vestidos y secos de <i>H. vulgare</i>	Percusión apoyada difusa (vaivén), de pie sobre una mesa
		Molienda de <i>T. aestivum</i>	2.2.b	Molino2/moleta4; molino3/moleta5	Secuencias de 20min hasta 5 h	Granos limpios y secos de <i>T. aestivum</i>	
		Molienda de <i>T. monococcum</i>	2.2.c	Molino2/moleta4	Secuencias de 20min hasta 5 h	Granos semi-vestidos y secos de <i>T. monococcum</i>	
	2.3	Trituración y molienda de <i>Lens culinaris</i>	2.3	Molino2/moleta4; molino3/moleta5	Secuencias de 20min hasta 2h	Lentejas en estado seco	Percusión apoyada difusa (vaivén y circular), de pie sobre una mesa
	2.4	Trituración y molienda de <i>Fava</i>	2.4	Molino1/moleta6	Secuencias de 20min hasta 2h	Lentejas en estado seco	Percusión apoyada difusa (vaivén y circular), sentado en el suelo
	2.5	Trituración de frutos (almendras- <i>Amygdalus</i> )	2.5	Molino1/moleta6	Secuencias de 20min hasta 3h	Almendras estado seco	
2.6	Abrasión de madera <i>Fraxinus</i>	2.6	Molino 3	Secuencias de 20min hasta 2h	Madera seca		

Grupo Material	N° Exp.	Actividad de molienda, abrasión o trituración	N° Réplica exp.	Parámetros experimentales			
				Equipo	Tiempo	Materia a trabajar, estado	Gesto técnico, Postura y soporte
3. Procesado Mat. Minerales	3.1	Fabricación de ornamento de caliza blanda	3.1.a	Molino 1	Secuencias de 20min hasta 2h	Caliza seca	Percusión apoyada difusa (vaivén), sentado en el suelo
			3.1.b			Caliza con agua	
4. Procesado Mat. Animales	4.1	Abrasión de conchas ( <i>Cypraea</i> ) para perforación de ornamentos	4.1	Molino 3	Secuencias de 20min hasta 2h	Conchas <i>Cypraea</i>	Percusión apoyada difusa (vaivén), sentado en el suelo
	4.2	Abrasión de hueso animal para confeccionar industria ósea	4.2	Molino 3	Secuencias de 20min hasta 2h	Costilla de vacuno	Percusión apoyada difusa (vaivén), sentado en el suelo
	4.3	Trabajo de la piel - Limpieza cabrito	4.3.1a	Moleta 6	2h	Piel cabrito húmeda recién desollada	Percusión apoyada difusa (libre), sobre el

		Trabajo de la piel - Limpieza jabalí	4.3.1b	Moleta 6 - moleta 7	2h	Piel jabalí húmeda recien desollada	suelo
		Trabajo de la piel - Flexibilización cabrito	4.3.2a	Moleta 6	1h	Piel cabrito seca con cenizas	
		Trabajo de la piel - Flexibilización jabalí	4.3.2b	Moleta 6 - moleta 7	1h	Piel jabalí seca con ocre	

Fig. III.2.1. Tabla de datos sobre el resumen de las cuatro experimentaciones realizadas.

### - *Materiales utilizados en la manufactura de los ítems experimentales*

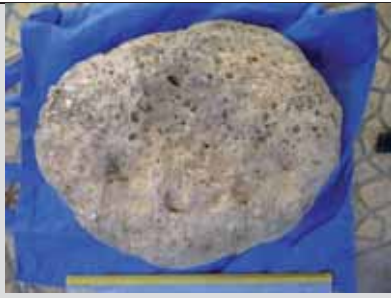

Se han podido explorar dos fuentes de materia prima disponibles para la experimentación (Fig. III.2.2):

1) En relación con los materiales de Tell Halula y Jerf el Ahmar → **1 Bloque** de basalto vesicular del Río Sejour (fuente nº5, cap. 3.1), cuyos materiales proceden del Tauro (Turquía), y **1 canto** de basalto vesicular del Wadi Jada Saguira (pequeño torrente que desemboca en el Éufrates, fuente nº3, cap. 3.1) muy próximo a Halula y Jerf el Ahmar y, por tanto, relacionable con los materiales transportados por el Éufrates;

2) En relación con Tell Aswad → **4 bloques** (2 BA vesicular y 2 BA compacto) procedentes del monte Hijjané, afloramiento primario de basalto, situado a 5,5 km de Tell Aswad (cap. 3.1).

Los útiles de percusión (percutores de cuarcita y sílex de varios tamaños y formas) para la fabricación de los artefactos experimentales de basalto, se muestran en la figura III.2.3.

Fig. III.2.2. (Abajo) Tablas de datos con la descripción de los bloques de materia prima utilizada para la manufactura de los útiles experimentales de molienda.

<b>Bloque experimental 1</b>		<p><b>Procedencia:</b> Río Sejour</p> <p><b>Grupo MP:</b> BV2. No se observan fenocristales en la superficie exterior del bloque. Grano fino, se observan granos blancos brillantes.</p> <p><b>Dimensiones:</b> 320x250x130 mm</p> <p><b>Peso:</b> 13 kg</p>
<b>Bloque experimental 2</b>		<p><b>Procedencia:</b> Monte Hijjané</p> <p><b>Grupo MP:</b> BV2 Grano muy fino, matriz gris oscuro. Pequeños granos blancos brillantes (a 10X) y grandes cristales rojos de aspecto metálico y textura laminar. Leve porcentaje de amígdalas.</p> <p><b>Dimensiones:</b> 320x240x112 mm</p> <p><b>Peso:</b> 9 Kg</p>












<p><b>Bloque experimental 3</b></p>		<p><b>Procedencia:</b> Monte Hijjané</p> <p><b>Grupo MP:</b> BAC Grano grueso, cristales medianos blancos y negros en una matriz gris claro. Fenocristales naranja aspecto metálico y textura laminar.</p> <p><b>Dimensiones:</b> 310x250x61 mm</p> <p><b>Peso:</b> 6 kg</p>
<p><b>Bloque experimental 4</b></p>		<p><b>Procedencia:</b> Monte Hijjané</p> <p><b>Grupo MP:</b> BV3 Grano fino, fenocristales metálicos de textura seriada, color blanco, y pequeños cristales negros. Leve presencia de amígdalas.</p> <p><b>Dimensiones:</b> 116x104x64 mm</p> <p><b>Peso:</b> 1,1 kg</p>
<p><b>Bloque experimental 5</b></p>		<p><b>Procedencia:</b> Monte Hijjané</p> <p><b>Grupo MP:</b> Grano grueso, presencia mayoritaria de cristales blancos alargados a modo de matriz que envuelven los pequeños cristales negros y los grandes de aspecto metálico.</p> <p><b>Dimensiones:</b> 155x105x63 mm</p> <p><b>Peso:</b> 1 kg</p>
<p><b>Bloque experimental 6</b></p>		<p><b>Procedencia:</b> Wadi Jada Saguirá</p> <p><b>Grupo MP:</b> BV2 Grano muy fino, pequeños blancos brillantes, y fenocristales rojos metálicos/mate de textura laminar. Alto porcentaje de amígdalas.</p> <p><b>Dimensiones:</b> 95x76x55 mm</p> <p><b>Peso:</b> 500 gr</p>
<p><b>Bloque experimental 7</b></p>		<p><b>Procedencia:</b> Monte Hijjané (fragmento del bloque 2)</p> <p><b>Grupo MP:</b> BV2 Grano muy fino, matriz gris oscuro. Pequeños granos blancos brillantes (a 10X) y grandes cristales rojos de aspecto metálico y textura laminar. Leve porcentaje de amígdalas.</p> <p><b>Dimensiones:</b> 120x48x30 mm</p> <p><b>Peso:</b> 400 gr</p>

Fig. III.2.3. (Abajo) Tablas de datos con la descripción de los percutores utilizados en la exp.1 manufactura de los útiles de basalto.

<p><b><u>Percutor 1</u></b> <b><u>sílex</u></b></p>	 <p>Percutor 1 (arriba), plataforma de percusión A (abajo)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nódulo de sílex con córtex, forma esférica con irregularidades a modo de elevaciones sobre la superficie externa. Ninguna modificación, sin uso previo.</li> <li>- Procedencia: Rivière Chassezac (Ardèche, Francia).</li> <li>- Medidas: 100x105x95 mm</li> <li>- Peso: 800 gr</li> <li>- Plataformas de percusión:               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 17x17 mm, sección apuntada/convexa.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b><u>Percutor 2</u></b> <b><u>cuarcita</u></b></p>	 <p>Percutor 2 (arriba), plataforma de percusión A (abajo)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Canto de cuarcita, forma ovalada con un extremo aplanado, y el otro (Plataf. A) en forma de cresta redondeada. La plataf. A ya ha sido utilizada como percutor en experimentaciones anteriores.</li> <li>- Procedencia: Rivière Chassezac (Ardèche, Francia).</li> <li>- Medidas: 95x83x80 mm</li> <li>- Peso: 500 gr</li> <li>- Plataformas de percusión:               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 30x27 mm, sección recta/abombada.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b><u>Percutor 3</u></b> <b><u>cuarcita</u></b></p>	 <p>Percutor 3 (arriba), plataforma de percusión B (abajo)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Canto de cuarcita, forma general ovalada pero con aristas apuntadas. Ninguna modificación, sin uso previo.</li> <li>- Procedencia: Rivière Chassezac (Ardèche, Francia).</li> <li>- Medidas: 80x70x65 mm</li> <li>- Peso: 350 gr</li> <li>- Plataformas de percusión:               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 25x10 mm, sección apuntada/convexa.</li> <li>b) 17x15 mm, sección apuntada/convexa.</li> <li>c) 30x15 mm sección redondeada y aplanada.</li> </ul> </li> </ul>

En los siguientes apartados se presentan los resultados principales de las experimentaciones realizadas sobre los tres grupos materiales. Las observaciones de las superficies experimentales en los equipos de dos útiles (Grupo experimental 2) se han realizado tras cada secuencia de 20min hasta las 3h 30min, y una observación tras las 5h de trabajo. En los equipos de un único útil trabajando de forma independiente (Grupo experimental 1 y 3), las observaciones se realizaron tras secuencias de 20min hasta las 2h de trabajo. Se han realizado varias comparativas con otros trabajos experimentales sobre material de molienda, con especial atención al trabajo con útiles de basalto que realiza Dubreuil (2002, 2004). El análisis completo de los patrones de desgaste de las superficies experimentales es presentado en el cap. 3.4.

### Grupo Material 1: Preparación del utillaje de molienda. Equipos de un útil independiente

*Objetivo:* La primera secuencia experimental se centra en la manufactura de útiles de molienda con caras activas planas y plano/cóncavas. En los útiles de molienda superiores (las moletas), los contornos y los reversos también son modificados para facilitar su prensión manual.

*Descripción bloque original:* Se trata de bloques de morfología general paralelepípedo o circular, con algunos contornos irregulares y con caras aplanadas o convexas (Fig. III.2.2). Los bloques 2-7, 3, 4 y 5 proceden de un afloramiento en posición primaria, mientras que los bloques 1 y 6 proceden de afloramientos en posición secundaria; por lo que presentan contornos redondeados por la erosión fluvial.

*Estado de las superficies:* Los bloques procedentes de afloramiento primario (2-7, 3, 4 y 5) presentan superficies originales con perfiles topográficos muy rugosos e irregulares (por ej. fig.3.2.4c), y con una notable presencia de protuberancias (elevaciones). En los bloques recogidos en afloramiento secundario (1 y 6), las superficies originales presentan una topografía alisada, con pequeñas protuberancias redondeadas en combinación con las cavidades del basalto (vesículas).

*Desarrollo, útiles implicados y duración:*

1) Piqueteado inicial (percusión lanzada) de las caras seleccionadas de cada ítem para ser las superficies activas de molienda (las caras más extensas de cada bloque). Se utilizan los percutores 3B, 2B y 1A, siendo el 3B el más efectivo gracias a la facilidad de manejo en una actividad larga como es una secuencia de piqueteado. Se rebaja el nivel superficial de la roca formado por concreciones y un córtex fino y se aplanan las elevaciones; secuencia que dura entre 1h y 1h30min, según el tamaño del ítem (por ej. Fig.3.2.4a y d). Se produce una extracción accidental en el extremo superior del bloque 3 (Fig.3.2.4b). En uno de los bloques (molino 1) se prepara una superficie ligeramente cóncava (2cm de prof.).

2) Formatización de los contornos y el reverso de los bloques 4 y 5 (moletas) mediante piqueteado<sup>5</sup>. En este caso, se alterna el uso de varios percutores cuyas caras activas se

---

<sup>5</sup> Sobre este aspecto, cabe señalar que, en los conjuntos de molinos arqueológicos estudiados, sí se ha identificado un proceso de talla y piqueteado recurrente en los contornos y reversos de los ítems (ver *infra* cap. 3.3). Sin embargo, la formatización de los contornos de los molinos 2, 3 y 5 quedó descartada del presente programa experimental debido a la posibilidad de generar fracturas que provocasen el desecho de los bloques. El hecho de contar con pocos bloques procedentes del área de estudio y que, al



adaptan mejor al trabajo de cada zona de la superficie de los dos bloques. La operación consiste en reducir las aristas/cornisas naturales del bloque y regularizar el relieve para crear un perfil convexo en la cara reversa del ítem (Fig.3.3.4e). Duración 1h.

3) Regularización final de las superficies activas para su posterior uso como superficies de molienda (abrasión molino contra moleta). Tras 15 min de abrasión, se genera una plataforma de homogeneización lisa por toda la superficie de contacto entre ambas partes, y se consigue la adaptación morfológica entre ambas superficies para su posterior utilización conjunta como equipo de molienda<sup>6</sup>.

*Comportamiento y producto obtenido:* El resultado del proceso de piqueteado inicial ha sido la configuración de una plataforma aplanada sobre la cara trabajada de cada ítem. En aquellos ítems que serán utilizados como moletas (4 y 5), se han conseguido superficies redondeadas en reverso y contorno para facilitar el manejo manual del útil. Finalmente, los ítems deben ser lavados para eliminar todo el polvo de roca y demás partículas que han quedado adheridas a la superficie y dentro de las vesículas de la superficie de los útiles.

*Modificación de las superficies (Niveles 1 y 2):* Los impactos del piqueteado generan una gran extensión de fosillas profundas de coloración blanca en las caras activas (Fig.3.2.4 a; 3.2.10 moleta7) y en el reverso de las moletas (Fig.3.2.4e). También se observan a nivel macroscópico (Nivel 1) fracturas de granos (en los basaltos de grano grueso, bloques 3 y 5), así como la extracción de granos siguiendo una trama cubriente y conectada en todos los bloques trabajados. Las superficies activas resultantes presentan un elevado grado de rugosidad y, a su vez, un notable aplanamiento del relieve topográfico gracias a la última secuencia de abrasión molino contra moleta. Se generan, entonces, plataformas de homogeneización plana, con restos visibles de las fosillas del anterior piqueteado, y también con trazas lineales (rascadas) siguiendo el sentido de la percusión apoyada (longitudinal en los molinos y transversal en las moletas).

#### *Balance y discusión de los resultados sobre la preparación de los bloques experimentales*

- El tipo de percutor que ha funcionado mejor para la secuencia de piqueteado inicial de las superficies ha sido aquél con aristas apuntadas y con el extremo convexo (por ej. el percutor 3 superficie B, fig. III.2.3), y con un peso medio de 300-400 gr. Los percutores más masivos resultan poco eficientes en secuencias largas de piqueteado como en nuestro caso, donde el tiempo de preparación de toda la superficie de un útil de molienda ha oscilado alrededor de 1h30min.

- En relación con la preparación de contornos y reversos, en este caso sólo hemos modificado los bloques destinados a funcionar como moletas. Los bloques que serán utilizados

---

fin y al cabo, la modificación del contorno no afecta a la formación de los patrones de trazas de uso, condujo a reducir esta parte de la experimentación a una única secuencia de piqueteado. De esta forma, la manufactura de los molinos experimentales se centró en preparar las caras activas y en asegurarse de que el ejercicio de molienda podría realizarse cómodamente junto a las moletas experimentales disponibles.

<sup>6</sup> Esta secuencia de formatización final de las caras activas de ambos útiles de molienda es descrita por Hayden en el caso de los mayas de Guatemala (Hayden 1987:41). En el caso etnográfico que él analiza, la manufactura artesanal de *metates* y *manos* (molinos y moletas) se realiza por sets de dos útiles de molienda, por lo que ambos componentes deben ser fabricados conjuntamente para su perfecta adaptación morfométrica final.

como molinos presentan caras reversas naturalmente aplanadas (molinos 2 y 3); y el único ejemplar con el reverso marcadamente convexo (molino 1) será utilizado sobre el suelo habilitando una depresión en la tierra para fijar el útil durante su utilización. En cambio, la formatización de los reversos de las moletas ha resultado crucial para evitar el daño en la mano del usuario durante el proceso de molienda. Un último estadio de preparación de los bloques observado arqueológicamente es el alisado y, puntualmente, el pulido de las superficies del reverso de las moletas. Sin embargo, en el presente trabajo no han podido ser practicados sobre los bloques experimentales debido a la falta de tiempo. Como consecuencia, tras realizar algunas de las experimentaciones, se ha evidenciado la necesidad de acondicionar mejor las superficies de presión de los útiles de molienda superiores, puesto que tras largas secuencias de uso de los útiles, las manos del usuario se ven afectadas por el contacto reiterado con el relieve rugoso del reverso de las moletas que tan sólo fueron formateadas mediante piqueteado.

Por último, otra de las conclusiones de esta primera etapa de la experimental se relaciona con la manufactura de los diferentes tipos de basaltos. En efecto, respecto a las secuencias de piqueteado intensivo realizado en las diversas caras de los molinos y moletas experimentales, se ha podido comprobar la mayor facilidad con la que se trabaja el basalto vesicular en comparación con el basalto compacto. Debido a la estructura interna de ambas rocas, el basalto vesicular presenta una menor resistencia a los impactos de percusión, por lo que las secuencias de piqueteado resultan muy efectivas tanto para formatear y eliminar materia de las superficies (reducir) como para otorgar una mayor rugosidad a las mismas (gracias a la aparición de las fosillas de piqueteado). En el caso de los basaltos compactos, el piqueteado también funciona correctamente respecto a los objetivos marcados (regularización y mayor abrasividad de las superficies), pero requiere de más tiempo que en el caso de las texturas vesiculares.

### Grupo Material 2: Procesado de Materias Vegetales. Equipos de dos útiles (molino-moleta) y de un útil independiente

#### Exp. 2.1. Descascarillado de cereales vestidos

*Objetivo:* Separar los granos de los envoltorios en los cereales de tipo vestido (*H. vulgare* y *T. monococcum*). La operación se basa en el frotamiento entre los granos y la superficie de ambos útiles (molino y moleta), y en el propio frotamiento entre los granos de cereal (Fig.3.2.5a).

*Desarrollo, útiles implicados y modos de percusión:* Se han realizado secuencias de 20min hasta 5h con el equipo molino2/moleta4, y con el equipo molino1/moleta7. Una parte de la experimentación utilizó cereal previamente dejado en remojo durante 30min, y otra parte de la experimentación utilizó cereal en seco. El gesto técnico principal es la percusión apoyada difusa-vaivén, si bien en determinados momentos la moleta debe realizar movimientos más cortos y con menor presión sobre los granos de cereal para evitar su fractura<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> El mismo gesto técnico es propuesto y realizado por Procopiou (1998:132) y Hamon (2008) para evitar que los granos se fracturen durante el descascarillado.

*Comportamiento y producto obtenido:* Rápidamente se observó la diferencia entre el cereal en estado húmedo (tras remojo), el cual se desprendía con mayor facilidad de las envolturas, y el cereal procesado en estado seco. De esta forma, tras secuencias de 15-20 min, se consiguió descascarillar muestras de 15-20 gr de cereal (previo remojo), obteniendo a su vez granos descascarillados enteros y semi-fracturados, granos parcialmente descascarillados, fragmentos de lemas, paleas y glumas, y pequeñas cantidades de harina (Fig.3.2.5b-c). El análisis carpológico (Antolín, 2013) de algunas de las muestras de cebada procesada indica que un 28% del grano quedó finalmente descascarillado, un 44% se encontraba semi-descascarillado, y el 28% restante se encontraba todavía en estado vestido. Además, se certificó un elevado porcentaje de granos conservados enteros tras la actividad (96,4%); por lo que la técnica de descascarillado sobre molino lítico permite evitar la fractura de los granos, siempre y cuando se regule la presión con la que se arrastra la moleta sobre el molino.

*Modificación de las superficies (Niveles 1 y 2):* Las superficies experimentales resultantes tras el proceso de descascarillado se caracterizan por preservar notablemente las trazas de piqueteado generadas durante el anterior proceso de manufactura. No obstante, el trabajo en pareja junto al útil de molienda superior genera plataformas de homogeneización de aspecto muy rugoso, con fosillas del piqueteado anterior y fracturas de granos (Fig.3.2.8). Estas plataformas de homogeneización se extienden por zonas concretas (centro cara activa) y no llegan a cubrir grandes extensiones de la topografía del útil (Fig.3.2.5d), como sucede tras el proceso de molienda de cereales (ver *infra*). No se han observado pulidos durante el proceso de descascarillado de cereal.

## Exp. 2.2. Molienda de cereales

*Objetivo:* Producción de harina de cereal (*H. vulgare*, *T. aestivum* y *T. monococcum*).

*Desarrollo, útiles implicados y modos de percusión:* Se han realizado secuencias de 20min (aproximadamente 200 movimientos de vaivén) hasta las 5h con el equipo molino2/moleta4 (en este caso, también una secuencia larga de 12h) y con el equipo molino3/moleta5 (Fig.3.2.6a, g y h). El primer equipo fue utilizado mediante percusión apoyada-vaivén y, el segundo, mediante una combinación de percusión apoyada – vaivén y circular. Los tres tipos de cereal fueron procesados en estado seco. La operación se inicia con unos movimientos previos de percusión lanzada difusa (*machacado*) para abrir los granos y facilitar así el comienzo de la molienda (percusión apoyada difusa). Debido a la morfología plana de las dos caras activas (molino y moleta), los granos van desplazándose hacia los laterales al cabo de unos 8-10 movimientos recíprocos. Esta situación hace necesario parar por unos instantes la actividad para recoger el cereal con la mano y volver a colocarlo en el centro de la cara activa del molino.

*Comportamiento y producto obtenido:* Al inicio del proceso de molienda, algunos granos se introducen dentro de las vesículas del equipo de basalto vesicular (molino2/moleta4), se fracturan por la mitad y permanecen insertados en las cavidades hasta el final<sup>8</sup>. La molienda de

---

<sup>8</sup> Este pequeño grupo de granos de cereal embotados en las vesículas más grandes de las superficies activas de los útiles permiten en gran parte que el resto del producto sea molido con éxito sobre la superficie del molino de basalto vesicular.

30-40 gr de grano se hace efectiva tras 200-300 movimientos de vaivén. Aún así, el producto obtenido se compone de varios calibres de harinas (fracciones del orden de 10-5  $\mu\text{m}$  y 5-1  $\mu\text{m}$ ), sémolas del orden de 1 mm, algunos fragmentos de 2mm, restos de glumas (en los casos del *H. vulgare* y el *T. monococcum*) y cantidades decrecientes de polvo de roca desprendido de la superficie de los útiles de molienda. Esta contaminación de la harina ha sido analizada por secuencias, evidenciando que tras las primeras horas de utilización de una superficie de basalto recién preparada por reavivado, la pérdida de materia lítica es progresivamente inferior, disminuyendo la contaminación del producto. Se tomaron muestras de harina para evaluar con más precisión este proceso en próximos trabajos.

*Modificación de las superficies (Niveles 1 y 2):* La topografía obtenida después de la abrasión roca-contra-roca (plató de homogeneización plana con los contornos rectos de las fosillas del piqueteado anterior), con la que finaliza el proceso de manufactura de los útiles, experimenta notables cambios tras el uso de la superficie para la molienda del cereal. Se produce, entonces, un redondeamiento de los filos de los contornos de las fosillas, un alisado de las cumbres de los granos y un abombado de las plataformas de homogeneización de la superficie (Fig.3.2.8 molino2, Fig.3.2.9), las cuales irán incrementado progresivamente su extensión debido al constante frotamiento entre las superficie activas del molino y de la moleta (Fig.3.2.6g-h). Por el contrario, no hay modificación de la topografía baja (interior de fosillas y vesículas). Pueden aparecer trazas lineales en forma de estrías cortas y finas sobre los platós alisados, y también rascadas a partir del alineamiento longitudinal de las fosillas remanentes del proceso de manufactura de la cara activa del molino.

Además, se observa en general un desgaste diferencial de algunos componentes minerales. Los fenocristales de iddingsita se alisan y adquieren un leve pulido observable en el nivel 2 (Fig.3.2.8 molino 2). Los pulidos observables en el nivel 2 aparecen a partir de las 5h de trabajo de forma clara en las zonas altas de la microtopografía (platós), y en las áreas de la cara activa donde se produce un mayor desgaste por frotación entre el molino y la moleta (centro y laterales de la cara activa).

Las diferencias entre la molienda de cereal desnudo (*T. aestivum*) y cereal vestido (*H. vulgare* y *T. monococcum*) se describen de la siguiente forma: Los granos de cereal desnudo generan platós de homogeneización de sección más convexa-abombada, en las que la microtopografía alta (asperezas) es más alisada. En cambio, tras la molienda de cereal vestido, las superficies activas parecen preservar en gran medida la rugosidad obtenida tras el piqueteado y la abrasión inicial de la manufactura del útil, ya que muestran platós de homogeneización rugosa de morfología plana y notable presencia de microfracturas sobre la microtopografía alta<sup>9</sup>.

### *Balance y discusión de los resultados sobre el procesado de cereales*

#### *Cereales vestidos / cereales desnudos*

Respecto al proceso de descascarillado de cereales vestidos, Procopiou (1998: 131-133, 2003) ya señala que, tras un tratamiento previo en remojo de unos 30min, el envoltorio del grano se

---

<sup>9</sup> Cabe destacar que la comparación entre el procesado de cereal vestido y desnudo sólo se ha podido efectuar sobre el equipo de molienda de basalto vesicular (molino2/moleta4), restando para futuras experimentaciones nuevas secuencias de ambos procesados sobre un equipo de basalto compacto.

desprende fácilmente entero durante el descascarillado con molinos de piedra, tal y como hemos observado también en nuestras experimentaciones (Fig. 3.2.5c). Los resultados del análisis carpológico (Antolín 2013) de las muestras obtenidas tras el descascarillado de cebada de nuestra experimentación indican que el uso de molinos líticos permite descascarillar una parte del producto y, además, preservar los granos enteros. El hecho de que una parte importante de los granos permanezcan adheridos a fragmentos de glumas, tras el descascarillado, podría no ser un impedimento para su consumo, como demuestran ejemplos etnográficos e históricos presentados por Procopiou (2003). Las harinas de cereal vestido no son siempre 100% puras, sino que preservan parte de las glumas molidas, adquiriendo de este modo determinadas texturas, sabores y cualidades nutricionales que también son valorados en determinados contextos de consumo y para la preparación de determinados platos tradicionales.

Diversos estudios destacan el descascarillado de cereales vestidos sobre molinos líticos como una tarea particularmente costosa (Anderson 1992; Procopiou 1998:131-133; Moore *et al.* 2000) y, además, se ha señalado la mayor efectividad de la técnica de descascarillado con mortero de madera<sup>10</sup> sobre el uso de molinos de piedra (Meurers-Balke & Lüning 1992; Procopiou 1998, 2003). Por otro lado, los resultados experimentales de Dubreuil (2002:171) indican que el grano es inevitablemente molido durante el proceso de descascarillado con molinos de piedra, efecto que no hemos documentado en nuestras secuencias experimentales (ver *supra*), ya que la mayor parte de los granos descascarillados se conservaban enteros tras el descascarillado.

Otro punto importante es la dificultad que puede conllevar la identificación de los patrones de desgaste asociados al descascarillado de cereales vestidos sobre superficies de molinos arqueológicos. Tras la experimentación, hemos visto que se trata de superficies poco modificadas, principalmente tributarias del proceso de manufactura anterior a su uso (piqueteado intensivo). Otros trabajos experimentales no describen con detalle las superficies resultantes tras el proceso de descascarillado, sino que se centran directamente en los resultados tras el proceso final de molienda (Dubreuil 2002:171-172; Hamon 2008). Los referentes etnográficos, como los estudiados por Hayden (1987), indican que los útiles de molienda fracturados pueden ser reutilizados para el descascarillado de cereales y, en su defecto, son utilizados también algunos bloques de piedra sin formateado previo para llevar a cabo esta actividad. Por lo tanto, las trazas generadas por los procesos de molienda y descascarillado de cereales vestidos pueden quedar plasmadas en un mismo equipo de molienda para ambas operaciones, haciendo difícil la observación independiente de las trazas de uso asociadas al descascarillado.

En términos generales, nuestros resultados apuntan a notables diferencias entre las trazas asociadas al procesado de cereales vestidos y al procesado de cereales desnudos, debido al papel que juegan las envolturas del cereal vestido en este proceso. Si bien el alto contenido en sílice de estas partes anatómicas debe generar un desgaste durante el proceso (Anderson 1992), su presencia en las superficies activas durante el descascarillado actúa como una capa protectora de una parte importante de la topografía, sobre todo de la topografía baja. Al igual

---

<sup>10</sup> Los textos neo-sumerios designan con un nombre en particular, *Ka-gaz*, a las personas responsables del descascarillado de los granos vestidos los cuales utilizan el mortero y el pilón (Gregoire 1992).

que con la molienda de cereal desnudo, los granos quedan embotados en las fosillas de piqueteado y en el interior de las vesículas protegiendo temporalmente el desgaste de la superficie. En el caso de las envolturas (glumas, lemas y paleas), éstas no llegan a reducirse del todo como los granos, de manera que la capa protectora de la superficie se mantiene hasta el final del proceso de descascarillado. Sin embargo, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, es interesante señalar como las experimentaciones de Dubreuil (2002:172) también con molinos de basalto presentan un mayor desgaste en el caso de la molienda de cereal vestido que en la molienda de la variante desnuda (platós de homogeneización más extendidos, desarrollo de lustres pronunciados). Ante esta divergencia de resultado entre ambos trabajos experimentales, pensamos que el estado del cereal (mayor o menor humedad), la intensidad de los movimientos de percusión apoyada, o la morfología de las caras activas (que implicaría un mayor o menor contacto abrasivo entre ambas superficies de molienda) han podido afectar a los resultados.

Por otro lado, Hamon (2008) también describe de forma diferente las trazas de molienda de cereal desnudo y las de cereal descascarillado (variante vestida pero previamente descascarillada) sobre molinos de arenisca. La molienda de cereal descascarillado se distingue por presentar un residuo traslúcido sobre toda la superficie y, además, produce un nivelado de los granos de la roca de tal forma que desaparecen la separación entre ellos. En cambio, la molienda de cereal desnudo genera un nivelado y alisado de la superficie, aunque los granos de la roca preservan sus contornos individuales, y no se observa ningún residuo visible sobre la superficie activa. En este caso, la materia prima de los útiles (arenisca – basalto) podría explicar las divergencias entre los resultados de Hamon y los del presente trabajo.

#### *Superficies de molienda para granos de cereal*

Sobre la morfología de las caras activas, el procesado de granos de cereal sobre superficies planas implica la reiterada salida del producto hacia los laterales de la cara activa del molino (Adams 1999). Por este motivo, durante la experimentación también se ha constatado que una superficie ligeramente cóncava (c.1-2cm de prof.) pueda ayudar a mantener los granos en el centro del molino y evitar así su dispersión durante la percusión apoyada.

Otra constante en el procesamiento de granos de cereal es la necesidad de reavivado que necesitan las superficies líticas para mantener el grado de abrasividad necesaria en la molienda. Las secuencias de piqueteado se documentan en multitud de ejemplos etnográficos, y son igualmente recurrentes en los útiles de molienda arqueológicos vinculados al procesado de cereales (ver discusión en Parte 4). Las experimentaciones tras largas secuencias de molienda de cereales han mostrado el desgaste de las superficies líticas, especialmente en los basaltos de tipo compacto.

Exp. 2.3. y 2.4. Procesado de lentejas (*Lens culinaris*), habas (*Fava*) y almendras (*Amygdalus*) en estado seco

*Objetivo:* Reducción de las semillas y frutos de estas especies para la obtención de harinas o partículas más pequeñas con fines culinarios.

*Desarrollo, útiles implicados y modos de percusión:* Las lentejas han sido procesadas con el equipo molino3/moleta5; las habas y las almendras, con el molino1/moletas6-7. Las secuencias de trabajo han sido de 20min hasta las 2h (lentejas y habas) y 3h (almendras). La operación es similar a la molienda de cereales: primeros movimientos leves de percusión lanzada para abrir los granos o frutos y, a continuación, se prosigue con la percusión apoyada siguiendo movimiento de vaivén y circular.

*Comportamiento y producto obtenido:* En los tres casos, la reducción de la materia trabajada se consigue rápidamente. En el caso de las lentejas, se obtiene una harina fina junto a fragmentos pequeños del envoltorio (*testa*) (Fig.3.2.6b); las habas se reducen a una harina más gruesa y con abundantes fragmentos pequeños de grano y envoltorio; y finalmente, de las almendras se obtiene una pasta grasosa que se adhiere a la superficie activa del molino y de la moleta.

*Modificación de las superficies (Niveles 1 y 2):* Los patrones de desgaste asociados al procesado de lentejas se caracterizan por generar platós de homogeneización rugosa de morfología convexa, de extensión más reducida que en el procesado de cereales, y con abundante presencia de microfracturas y fosillas residuales del piqueteado anterior (manufactura/reavivado) (Fig.3.2.9). Destaca, además, el mayor desgaste que reciben los fenocristales de iddingsita, los cuales han reducido notablemente su volumen tras las 5h de trabajo. En el nivel 2 de observación (binocular), se distinguen los granos individuales que conservan su relieve en la microtopografía alta.

Tras el procesado de habas, en cambio, se observan platós de homogeneización lisa de morfología convexa, aunque sin llegar a desarrollar pulidos a nivel macroscópico (Nivel 1). También es notable la coloración oscura de la superficie resultante debido a una capa de residuos de la materia trabajada. En el nivel 2, se observa un leve pulido sobre las cumbres de los granos.

En el caso del triturado de almendras, esta materia presenta un importante contenido oleaginoso; por lo que los platós de homogeneización lisa y morfología convexa se cubren de una capa de residuo permanente que puede llegar a desarrollar pulidos macroscópicos en las zonas altas de la microtopografía. En el nivel 2 de observación, se puede distinguir el nivelado de la microtopografía alta, pero se conservan los contornos de los granos individuales. El pulido se extiende en forma de playas punteadas sobre las cumbres de los granos (Fig.3.2.8 molino 1).

#### Exp. 2.5. Abrasión de madera (*Fraxinus*)

*Objetivo:* Abrasión de la superficie de un tronco en estado seco de *Fraxinus*, ya sea para retirar la corteza, modelar el tronco, redondear los bordes con algún objetivo artesanal, etc.

*Desarrollo, útiles implicados y modos de percusión:* Se ha utilizado la superficie del molino 3 como base repercutora sobre la cual se frota directamente la materia a trabajar (el tronco de madera) siguiendo un movimiento de vaivén en percusión apoyada difusa.

*Comportamiento y producto obtenido:* La madera comienza a ser abrasada rápidamente, generando serrín como subproducto del proceso de abrasión (Fig. 3.2.6d). El trabajo sobre el

molino de piedra permite dar forma al extremo del tronco de madera (por ej. redondear) de una manera rápida y sencilla.

*Modificación de las superficies (Nivel macroscópico):* Durante el proceso de abrasión de la madera, sorprende la aparición de una superficie pulida sobre el molino, mezclada con los restos de serrín que expulsa la propia materia trabajada. Sin embargo, una vez finalizada la actividad, se limpia la superficie y se retiran los residuos de madera, el aspecto brillante de la superficie desaparece, y prevalece un leve plató de homogeneización plano, pero caracterizado por una microtopografía de rugosidad media-alta. En el nivel 2 de observación, se identifican claramente los contornos de los granos individualmente; si bien han sido levemente alisados a nivel superficial (Fig.3.2.9). Por último, cabe destacar que el área afectada de la superficie del molino por la actividad es muy reducida (5 cm x 3 cm).

### *Balance y discusión de los resultados sobre el procesado de vegetales (excepto cereales)*

Los resultados experimentales de Dubreuil para el procesado de leguminosas (2002:177), en su caso habas, concuerda notablemente con nuestros resultados, sobre todo al destacar la aparición de una coloración oscura sobre la superficie, la cual acompaña la formación de playas de homogeneización abombadas. Sobre el procesado de bellotas y nueces (2002:173-176), los resultados de esta autora presentan similitudes con los obtenidos por nosotros en el procesado de almendras: aparición de pulidos macroscópicos (“reflectividad marcada” en términos de Dubreuil) y granos que conservan su relieve. Sin embargo, en nuestras secuencias de procesado de almendras no hemos detectado la aparición de estrías ni otras trazas lineales.

Finalmente, las secuencias de trabajo de materias vegetales con un útil independiente, en nuestro caso madera seca de fresno, han generado patrones de desgaste poco desarrollados como los observados por Dubreuil (2002:187).

### *Grupo Material 3: Procesado de materias minerales. Equipos de un útil independiente*

*Objetivo:* Para este grupo material, se ha llevado a cabo una experimentación basada en una materia muy abundante en tell Halula y Jerf el Ahmar, la caliza blanda (o creta). Entre los diversos objetos manufacturados (molinos, morteros, etc.), hemos seleccionado como referentes las posibles azadas documentadas en tell Halula (Fig.3.2.3d) y en otros yacimientos del Éufrates medio, como Akarçay Tepe (Molist com. pers.), para reproducir parcialmente su proceso de formatización por abrasión utilizando un molino de basalto.

*Desarrollo, útiles implicados y modos de percusión:* Esta etapa del proceso de manufactura se ha efectuado sobre una zona reducida de la superficie de los molinos 1 y 3, abrasando directamente un pequeño bloque de caliza mediante movimiento de vaivén en percusión apoyada. Se ha realizado una réplica complementaria con el añadido de agua al proceso de abrasión.

*Comportamiento y producto obtenido:* La caliza pierde materia en forma de polvo de roca rápidamente, permitiendo de este modo el modelado del objeto con gran facilidad. Se reducen todas las caras del bloque hasta preparar una preforma de trapecio alargado. El uso del agua no ha ayudado al proceso debido a la formación de una pasta arcillosa tras la mezcla del agua



con el polvo de la caliza. A continuación, el trabajo de abrasión se centra en el extremo más amplio del bloque, el cual podría ser destinado a la cara activa de la azada (Fig.3.2.6c). Se consigue un objeto acabado tras 40min de trabajo; sin embargo, se alarga la secuencia hasta las 2h para poder obtener patrones de desgaste más pronunciados sobre la superficie activa del molino.

*Modificación de las superficies (Niveles 1 y 2):* La abrasión directa de la caliza blanda ha generado la aparición de un plató de homogeneización de reducidas dimensiones de sección plana (Nivel 1), sobre el cual se observa un notable nivelado de la microtopografía alta, y un arrasamiento de las cumbres de los granos (Nivel 2) (Fig.3.2.8 molino 1). No se han identificado trazas de pulido al final de la secuencia.

#### Grupo Material 4: Procesado de materias animales. Equipos de un útil independiente

##### Exp. 4.1. y 4.2. Abrasión de concha (*cypraea*) y hueso (tibia de *capra*)

*Objetivo:* Abrasión de la cara ventral de *cypraea* para conseguir una perforación que permita su uso como ornamento personal, y abrasión de hueso animal para fines artesanales (manufactura de industria ósea).

*Desarrollo, útiles implicados y modos de percusión:* Se ha utilizado la superficie del molino 3 como base reproductora sobre la cual se frota directamente la materia a trabajar (concha y hueso) siguiendo un movimiento de vaivén y/o circular en percusión apoyada difusa (Fig.3.2.6 e-f).

*Comportamiento y producto obtenido:* En el caso de las conchas del género *cypraea*, un ejemplar puede ser perforado tras 4-5min de abrasión contra la superficie del molino de basalto. Para el trabajo del hueso, el tiempo invertido depende del tipo de objeto que se quiere manufacturar. En el caso del hueso, las experimentaciones realizadas sugieren que la abrasión con el basalto resulta una técnica rápida para todos los tipos de hueso (Taha, com. pers.)

*Modificación de las superficies (Niveles 1 y 2):* Tanto la abrasión del hueso, como la de las *cypraeas* han generado unas pequeñas plataformas de homogeneización rugosas, ligeramente más rugosas en el caso de la abrasión del hueso. Respecto a los pulidos, se han observado (Nivel 2) zonas pulidas sobre la microtopografía alta de las superficies utilizadas para abrasar concha. En las dos experimentaciones, la microtopografía baja se mantiene intacta (Fig.3.2.9).

##### Exp.4.3. Procesado de piel animal

*Objetivo:* Primeras etapas del procesado de pieles animales, en este caso la piel de un cabrito y la piel de un jabalí: 1) la limpieza de la cara interna de la piel recién extraída para eliminar restos de carne, grasas, etc.; 2) la flexibilización de la piel seca para recuperar su elasticidad y manejabilidad.

*Desarrollo, útiles implicados y modos de percusión:* En este experimento, se han utilizado las moletas 6 y 7 de pequeño tamaño (95x76x55 mm y 120x48x30 mm respectivamente) y fácil manejo. Ambas han sido usadas por percusión apoyada con movimientos de vaivén y libres

directamente sobre la piel a trabajar. Las dos operaciones se han realizado en el suelo, levantando y tensando la piel cuando pareció necesario (Fig.3.2.7b-c). En el proceso inicial de limpieza, también resultó necesario sumergir el útil en agua para ir eliminando los restos de grasa adheridos a la superficie activa. Este recurso implicó la incorporación de más agua al proceso de trabajo. Por último, cabe destacar que en esta experimentación se utilizaron, de forma complementaria al material macrolítico, útiles sobre hueso de menores dimensiones y caras activas biseladas (tipo espátula), lo que permitió alternar el uso de ambos utillajes para obtener mejores resultados (Bofill & Taha 2013).

#### *Comportamiento y producto obtenido:*

1) Durante la limpieza inicial, los fragmentos grandes de carne y grasas fueron arrancados con éxito mediante el uso de los útiles de basalto. A partir de ahí, los remanentes de menor tamaño requirieron el uso de los útiles óseos biselados.

2) La etapa de flexibilización de la piel consiste en una larga operación de gestos de abrasión (vaivén) para romper las fibras de colágeno, en la que debe evitarse el rasgado de las pieles (sobre todo las finas, como en este caso, la del cabrito, sobre la que aparecieron pequeños agujeros circulares de 2-3cm). La flexibilización se realizó tras una etapa de secado de la piel, sobre la cual fueron añadidas sustancias antisépticas como cenizas (aplicadas sobre la piel de cabrito) y polvo de ocre (aplicado sobre la piel de jabalí). En esta secuencia, los útiles macrolíticos resultaron más eficientes que los útiles óseos; a pesar de que también se necesitó una larga secuencia para flexibilizar la gruesa piel del jabalí.

#### *Modificación de las superficies (Niveles 1 y 2):*

1) Tras la limpieza de la cara interna de la piel en estado fresco, las superficies activas mantenían un aspecto principalmente rugoso (generado anteriormente en el proceso de manufactura del útil); a pesar de que las asperezas de la topografía alta se redondeaban, creando pequeños platós de morfología en sección convexa. Se observa un desgaste más acusado en los fenocristales de iddingsita, y la microtopografía baja permanece intacta (nivel 2).

2) En esta etapa, el añadido de sustancias abrasivas, como la ceniza y el ocre, tuvieron un rol muy relevante en la formación de las trazas de uso. La moleta utilizada sobre la piel de cabrito con cenizas mostraba, a nivel macroscópico, una superficie más aplanada que la observada tras el proceso anterior de limpieza de la piel; mientras que, en el nivel 2, se pudieron identificar zonas de pulido en la microtopografía alta (Fig.3.2.10 moleta 7). En cambio, la flexibilización de la piel de jabalí con ocre generó un nivelado muy pronunciado de la microtopografía, formando pequeños platós de morfología plana en las que destacan zonas de pulido observable a nivel macroscópico (Fig.3.2.7e). En el nivel 2, además, se observa la aparición de grupos de estrías cortas con orientación aleatoria situados por encima de las zonas de pulido cubriente (intensidad del brillo media) (Fig.3.2.10 moleta 6).

### *Balance y discusión de los resultados sobre el procesado de materias variadas con un útil independiente (exp.3.1, 4.1, 4.2 y 4.3)*

A pesar de que, en general, pueda tratarse de usos secundarios del material de molienda, las propiedades petrográficas del basalto le confieren un alto grado de rugosidad natural que puede ser aprovechado en numerosos procesos de trabajo de abrasión y sobre diversos tipos de materias. Así se ha demostrado en el caso de la abrasión de objetos en concha, madera y hueso, y en dos etapas básicas del procesado de pieles animales (limpieza y flexibilización), actividades de producción que se ajustan al contexto funcional de los yacimientos estudiados (ver *supra*).

Otros trabajos experimentales han reproducido secuencias de abrasión de materias similares, como por ej. Dubreuil en el trabajo de la madera, conchas, hueso y piel animal (Dubreuil 2002:186-191; Dubreuil & Grosnan 2009), o Lebreton (2003) en el caso del trabajo de la piedra caliza.

### ***Conclusiones sobre el programa experimental y parámetros a tratar en próximos trabajos***

La diversidad funcional del utillaje de molienda y trituración ha quedado testada al realizar los cuatro grupos de experimentaciones procesando distintos materiales. Además de la molienda de productos vegetales para el consumo alimenticio, considerada la función principal de este utillaje, ha sido comprobada la viabilidad y efectividad del mismo utillaje de molienda participando en otras esferas técnicas vinculadas al mundo artesanal. Por este motivo, el registro de las trazas de uso asociadas a estos usos secundarios van a constituir la base para el desarrollo de posibles hipótesis sobre la plurifuncionalidad de los útiles arqueológicos estudiados, o sobre episodios de reutilización y reciclaje que puedan haber ocurrido durante la ocupación de los poblados analizados (ver resultados finales en cap. 3.4).

Finalmente, a partir del trabajo experimental realizado, destacamos algunas líneas de continuación que podrán desarrollarse en próximos trabajos:

- Evaluación de la influencia del uso de instrumentos más formatizados y regularizados en sus diversas caras, y su relación con la eficiencia de los procesamientos experimentales. Para ello, se añadirá una etapa de finalización (*smoothing*) de las superficies de los útiles de molienda mediante abrasión con picos/percutores (Hayden 1987:41).
- Análisis más detallado del producto obtenido: descripción de las harinas experimentales para evaluar su calibre y grado de contaminación.
- Creación de una zona de evacuación del producto molido (ejemplares arqueológicos existentes en las cuatro series, sobre todo en Jerf el Ahmar). Esta característica funcional, observada en numerosos conjuntos de molienda etnográficos y arqueológicos, implica la realización de gestos determinados para evacuar el producto de molido, de forma que la distribución de las trazas de uso se verá seguro afectada.



### 3.3.1. El material de molienda y trituración de Jerf el Ahmar

#### Introducción

El yacimiento de Jerf el Ahmar, situado en la ribera oriental del río Éufrates (Fig.1.1.1), ha sido datado entre finales del Xº milenio y principios del IXº milenio, a lo largo de una secuencia de ocupación de unos 500 años (ver cap. 1.4). El asentamiento se sitúa sobre dos pequeños cerros (cerro este y cerro oeste) separados unas decenas de metros por un wadi. En primer lugar, se documentó la ocupación del cerro este, y, posteriormente, se registra un asentamiento también en el cerro oeste, de forma contemporánea, ampliando notablemente el espacio habitado. El periodo de ocupación se sitúa principalmente en el PPNA, salvo los últimos niveles que han sido adscritos a una fase de transición entre los periodos PPNA y PPNB antiguo.

Un primer estudio inédito del material de molienda y trituración de las campañas 1995-97 fue realizado por H. Procopiou. A partir de esta primera aproximación, se planteó la continuidad del análisis a partir de un segundo estudio presentado a continuación, en el cual se incluye el material de todas las campañas de excavación realizadas en Jerf el Ahmar (1995-1999).

#### 1. Caracterización general del conjunto: Campañas 1995-1999

El material de molienda y trituración de Jerf el Ahmar se compone de los útiles enteros y fragmentados correspondientes a **molinos, moletas, pilones y morteros** recuperados durante las campañas de excavación de los años 1995 a 1999. Respecto a los **molinos y morteros**, nuestra base de datos incluye aproximadamente el 50% de los ítems recuperados durante la excavación<sup>1</sup>. Sin embargo, para las **moletas y pilones**, en el presente estudio se ha incluido el total de ítems recuperados durante la excavación. Otras categorías minoritarias de artefactos son los fragmentos de **útiles de molienda indeterminados**, y la categoría de **Otros**, donde se incluye un canto probablemente seleccionado para manufacturar un pilón, entre otros ítems destacados.

El total de ítems estudiados alcanza los **419 artefactos** siguiendo la distribución por categorías recogida en la Fig. III.3.1. Las moletas son la categoría mayoritaria (49,6%), seguidas muy de cerca por los molinos (38,9%), y, en tercer lugar, los pilones (7,6%). Completan el conjunto los morteros (2,4%)<sup>2</sup>, y el resto de categorías mencionadas anteriormente, es decir, los útiles de molienda indeterminados (0,5%) y Otros (1%).

---

<sup>1</sup> Por causas de preservación del material posteriores a la excavación, el presente estudio comprende aproximadamente el 50% del número total de los molinos y morteros recuperados durante las campañas de excavación.

<sup>2</sup> Sin embargo, hay que considerar la presencia en Jerf el Ahmar del tipo de molino 1d que combina las dos modalidades de gesto técnico (molienda a modo de percusión apoyada mediante movimientos de vaivén, y percusión lanzada tipo mortero en el mismo útil).

MATERIAL DE MOLIENDA Y TRITURACIÓN JERF EL AHMAR								
Categoría de útil	Molinos	Moletas	Morteros	Pilones	Útil Molienda Indet	Otros	Total items	Total items %
Total	163	208	10	32	2	4	419	
Preservación	Enteros	156	1	22	0	4	208	49,6
	Enteros Frag	13	0	5	0	0	30	7,2
	Frag	125	40	9	6	2	182	43,4
Total % Tipo Básico	38,9	49,6	2,4	7,6	0,5	1,0		

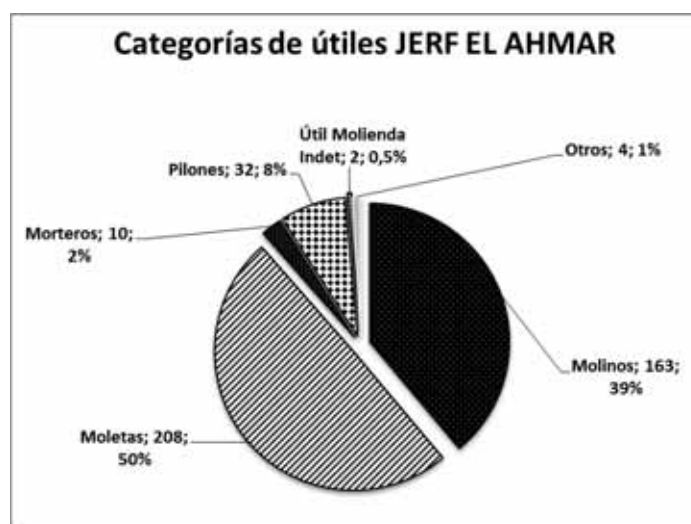


Fig. III.3.1. Tabla resumen (arriba) y gráfico (abajo) con la distribución absoluta y porcentual de los materiales según categoría de útil en Jerf el Ahmar.

En primer lugar, destaca el elevadísimo número de útiles inferiores de molienda documentados en el yacimiento, una parte de los cuales no han podido ser analizados, pero de los cuales tenemos constancia de su existencia en el poblado (ver nota 1), llegando al cálculo aproximado de un total de 350 molinos para los 500 años de ocupación del asentamiento. Este cómputo invierte la relación numérica de 2:1 entre moletas y molinos documentada en los demás yacimientos analizados aquí (tell Halula, tell Aswad, tell Arqa) y en otros estudios (Wright 2003), ya que, en el caso de Jerf el Ahmar, se observa una relación de 0,8 molinos por cada moleta documentada<sup>3</sup>. En este sentido, el análisis del contexto geológico y geomorfológico del yacimiento sugiere la hipótesis que esta relación numérica guarde una vinculación con la disponibilidad de materias primas y las estrategias de abastecimiento que realizaron los habitantes de Jerf el Ahmar. Ampliaremos esta hipótesis de trabajo en el apartado 2 *Materia prima* (ver *infra*).

En términos de preservación del material (Fig.III.3.1), el conjunto artefactual de Jerf el Ahmar presenta un alto grado de conservación, alcanzando un 48,9% del total de útiles en estado entero. El estado de las moletas es el más significativo (75% enteras), seguido también del de los pilones (70% enteros). Sin embargo, los molinos presentan otra dinámica, ya que tan solo

<sup>3</sup> En base al número total de útiles pasivos que se ha podido analizar en este estudio (n=163), esta relación se reduce a 1,2 molinos por cada moleta.

un 15% de éstos se han documentado enteros; por otra parte, un único ejemplar de mortero fue recuperado entero durante la excavación. Respecto a los patrones de fractura (Fig.III.3.2), dominan los patrones 1 y 4 entre las moletas fracturadas, es decir, corresponden a fragmentos pequeños en los que tan sólo se conserva un extremo o un lateral del ítem, y otros en los que se conserva la mitad del artefacto. En el gran conjunto de molinos fracturados destacan también los patrones de fractura 1 y 6, pero también se recuperan del 2 y 4, es decir, de pequeño tamaño. Posteriormente, estos patrones de fractura recurrentes serán puestos en relación con el contexto arqueológico de los artefactos para valorar su origen y posible intencionalidad (ver apartado 7.1).

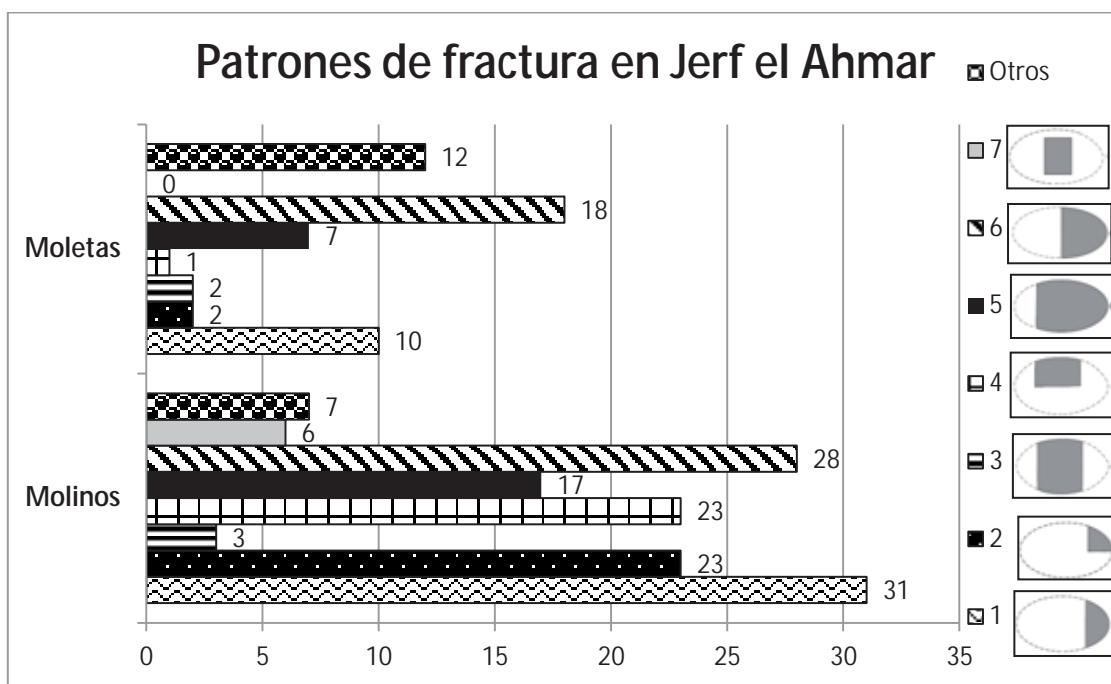


Fig. III.3.2. Patrones de fractura documentados en los útiles del equipo de molienda en Jerf el Ahmar.

Finalmente, la repartición del conjunto macrolítico estudiado en los dos períodos de ocupación del yacimiento de Jerf el Ahmar proporciona los resultados ilustrados en la fig. III.3.3. Tanto en el cerro este, como en el cerro oeste, la cantidad de útiles recuperados en las diversas aldeas sucesivas de cada nivel de ocupación muestran una correlación con la dinámica de expansión del poblado (sobre todo en los niveles I/E y II/W), y también vinculada con el área excavada perteneciente a cada nivel de ocupación (Stordeur & Abbès 2002; ver cap. 1.4.1. *Jerf el Ahmar*). Aún así, destaca la poca presencia de útiles de molienda y trituración al inicio de la ocupación del cerro oeste (niveles V/W a III/W), por lo que cabe suponer que, en aquel momento, existía una distinción de tareas entre ambos cerros, y que en el cerro oeste no se instalaron desde su fundación estaciones de molienda como las que aparecerán en los niveles posteriores. Por otra parte, a pesar de que el período de transición PPNA-PPNB del yacimiento fue explorado y excavado con menor intensidad que las ocupaciones plenamente PPNA de Jerf el Ahmar, es notable la disminución del número de artefactos de molienda y trituración, tal y como también ocurre con otros utillajes como la industria ósea (LeDosseur 2011).

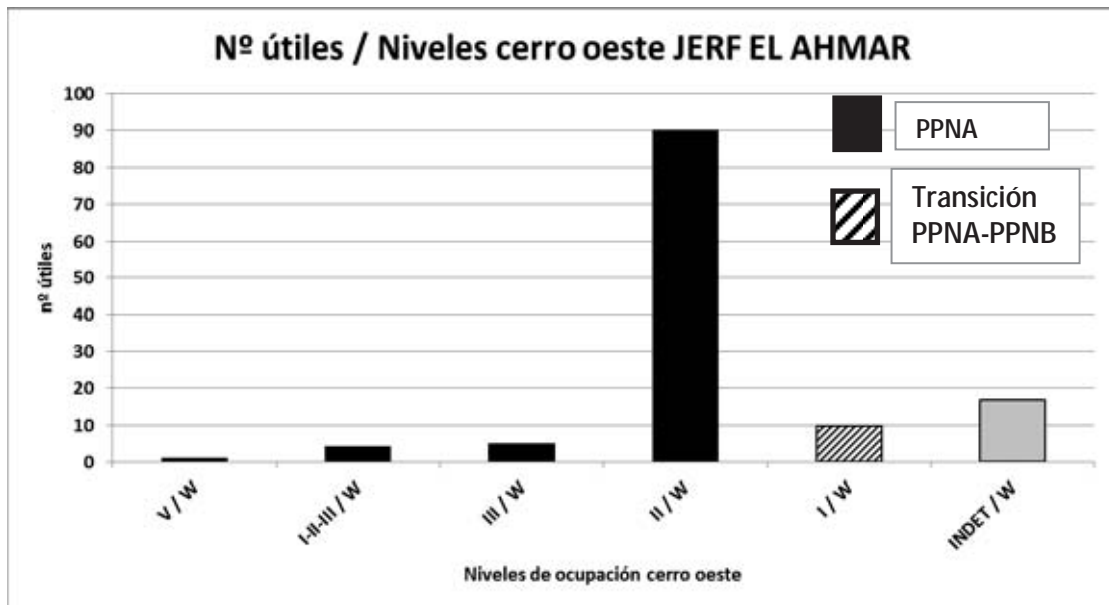
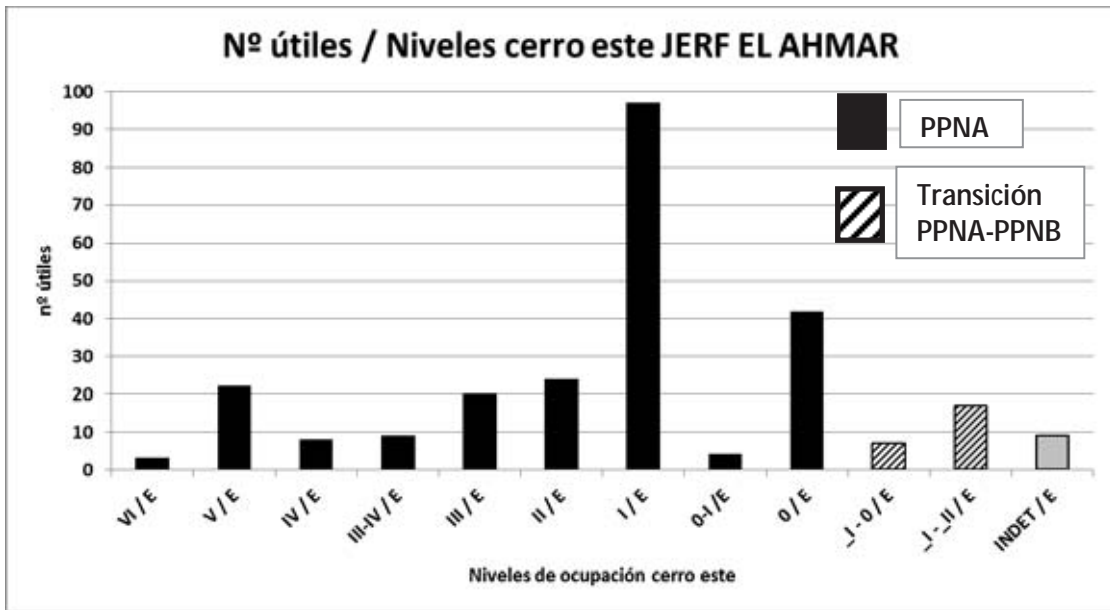


Fig. III.3.3. Distribución absoluta de los útiles por niveles de ocupación en el cerro este (arriba) y en el cerro oeste (abajo), los cuales conforman el yacimiento de Jerf el Ahmar



## 2. Análisis de la materia prima

El resultado del análisis de la materia primera se muestra en la tabla de la fig. 3.3.1<sup>4</sup>. El tipo de rocas más explotado en Jerf el Ahmar, según los datos del conjunto analizado, para la fabricación de implementos de molienda y trituración corresponde a las rocas ígneas (51,3%), seguidas de cerca por las rocas sedimentarias (40,2%), y, en menor medida, por las metamórficas (5,3%). Sin embargo, cabe destacar de nuevo la presencia en el yacimiento de un número mayor de molinos en caliza (aprox. 350 en total), los cuales no han podido ser incluidos en este análisis, de tal forma que estos datos sobre materia prima mayoritaria deben considerarse provisionales hasta poder completar el estudio.

En términos generales, las rocas ígneas (principalmente pórfido, granito y basalto) son utilizadas sobre todo para la fabricación de moletas y pilones, si bien se documenta también un pequeño grupo de molinos de basalto (5,4%). Las rocas sedimentarias (destacan las calizas de grano medio/grueso tipo *Packstone*) son mayormente destinadas a la manufactura de molinos y morteros. El grupo de rocas metamórficas, de las cuales se seleccionó sobre todo la cuarcita, ha sido utilizado en la fabricación de algunas moletas (9,1%) y pilones (6,5%). Tal y como se detalla en el cap. 3.1, todo este conjunto de materias se encuentran disponibles en el entorno inmediato (0-2,5 km) y local (2,5-10 km) del poblado, ya sea en los afloramientos primarios de calizas, o en los depósitos secundarios de cantos sobre litologías variadas (ígneas, metamórficas) que transporta el río Éufrates.

### *Asociación entre la materia prima de útiles activos y de útiles pasivos*

La elección del tipo de roca mayoritario para cada categoría de útil (caliza para molinos y morteros, y rocas ígneas para moletas y pilones) en este caso sorprende por romper, en primer lugar, la tendencia observada en otros contextos sobre la asociación entre la materia prima de los molinos y la de las moletas. Según Gast (1968:60), Roux (1985:85), y respaldado por Procopiou (1998:31), el ítem activo debe ser elaborado a partir de una roca de la misma dureza o de una dureza inferior que la del ítem pasivo. De este modo, el desgaste del útil pasivo sería más lento, asegurando así una vida de uso del artefacto más longeva. Como vemos en los datos de la fig.III.3.4, en el conjunto artefactual de Jerf el Ahmar esta asignación se ha invertido, ya que se destina la roca de dureza superior (rocas ígneas y rocas metamórficas) para la elaboración de los útiles activos, y se reserva el tipo de roca de menor dureza y menor cohesión (caliza) para la confección de los útiles pasivos. Además, esta correspondencia artefactual a nivel de materia prima se documenta tanto en el periodo principal PPNA de ocupación de Jerf el Ahmar, como en el periodo de transición PPNA-PPNB.

La explicación a esta elección diferencial de materias primas para ambos componentes de los equipos de molienda y trituración podría estar relacionada con la disponibilidad de grandes soportes de materia prima en el entorno inmediato del asentamiento para fabricar los molinos

---

<sup>4</sup> Para la identificación macroscópica general de las materias primas del conjunto de Jerf el Ahmar se contó con la ayuda del profesor de geología Christophe Griggo, Université Joseph Fourier (Grenoble I), a quien le agradecemos su colaboración.

y los morteros, donde las rocas calizas destacan por su abundancia y fácil acceso (Fig.3.3.2d)<sup>5</sup>. La explotación de la caliza también se extiende a muchas otras esferas técnicas del poblado (material de construcción, vajilla de piedra, grandes contenedores, etc.) en las que se utiliza la misma fuente de materia prima local para conseguir grandes soportes líticos. Además, la caliza constituye una roca fácil de trabajar en la elaboración de instrumentos macrolíticos mediante talla y piqueteado (como los vasos de piedra de Jerf el Ahmar, estudiados por Lebreton 2003).

Sin embargo, la disponibilidad de rocas ígneas y metamórficas en el entorno local se reduce al transporte de cantos fluviales del Éufrates (Fig.3.3.2b), los cuales, según los datos actuales (ver cap.3.1), no alcanzarían los tamaños necesarios para la elaboración de molinos y morteros. Además, los elevados ritmos de desgaste de las rocas calizas en contacto con rocas de dureza mayor (ígneas, metamórficas) explicarían parte del por qué se documenta este gran número de molinos en el yacimiento (c. 350), así como también la relación numérica de 1,7:1 entre molinos y moletas en el conjunto artefactual de Jerf el Ahmar.

		PPNA		PPNA-PPNB	
		N	%	N	%
MOLINOS	BA	9	7		
	CA Packst.	61	47,7	8	88,9
	CA Muds.	19	14,8		
	CA varia+otras sed.	39	30,5	1	11,1
	<b>Total moli.</b>	<b>128</b>		<b>9</b>	
MOLETAS	BA	26	15,4	3	13
	GRANITO	39	23,1	4	17,4
	PÓRFIDO	50	29,6	2	8,7
	Otras intrus.	28	16,6	8	34,8
	Cuarc/Mármol	16	9,5	3	13
	Otras & indet.	10	5,9	3	13
<b>Total mole.</b>	<b>169</b>		<b>23</b>		
MORTEROS	BA	1	12,5		
	CA Packst.	2	25	1	100
	CA Muds.	1	12,5		
	CA varia+otras sed.	4	50		
	<b>Total mort.</b>	<b>8</b>		<b>1</b>	
PILONES	BA	13	52	2	66,7
	GRANITO	1	4		
	PÓRFIDO	5	20	1	33,3
	Otras intrus.	2	8		
	Cuarcita	2	8		
	Otras & indet.	2	8		
<b>Total pil.</b>	<b>25</b>		<b>3</b>		

Fig.III.3.4. Distribución de las categorías de útiles en función de la materia prima y del periodo de ocupación de Jerf el Ahmar. BA= basalto; CA=caliza; Packst.=packstone; Muds.=mudstone; Intrus.=intrusiva; Cuarc.=cuarcita.

<sup>5</sup> La muestra PHL-12 de roca caliza tipo *packstone* procedente del entorno inmediato al yacimiento de Jerf el Ahmar ha sido incluida en el análisis petrográfico (ap.3.1).

Por otro lado, cabe destacar que esta preferencia por las materias primas locales en la fabricación de útiles de molienda y trituración mantiene vínculos con otras esferas artesanales del poblado como la producción de útiles en sílex y otros implementos singulares como los “tapones” de caliza; mientras que contrasta con la llegada de materias primas exógenas como la obsidiana, la clorita de los vasos de piedra pulida, etc. (Stordeur & Abbès 2002).

### 3. Análisis de la manufactura, uso y mantenimiento del utillaje de molienda en Jerf el Ahmar

#### 3.1. Los molinos

##### 3.1.1. Manufactura, morfometría y tipología de los molinos

El conjunto de molinos de Jerf el Ahmar presenta una variabilidad morfométrica y funcional muy elevada y distinta al resto de conjuntos estudiados. Por este motivo, el análisis de los molinos se lleva a cabo de manera unitaria, tomando toda la serie de molinos en su conjunto, y, a su vez, también se realiza de manera más detallada un análisis siguiendo la clasificación por tipos según los modos de funcionamiento identificados. De igual forma, una introducción a la variabilidad técnica de los útiles de molienda y trituración debe ser atendida para comprender la propuesta tipológica de los artefactos.

##### *Propuesta de tipos*

Siguiendo la propuesta tipológica presentada en el cap. 2 (apartado 2.4, fig. II.4.9), en Jerf el Ahmar se han identificado molinos de los cuatro tipos del grupo 1: **1a** (percusión apoyada de vaivén), **1b** (percusión apoyada movimiento circular/libre), **1c** (percusión apoyada de vaivén y circular/libre) y los molinos con cúpula tipo **1d** (percusión apoyada –molienda– y reutilización para la percusión lanzada –trituración) (fig. III.3.5).

TIPOLOGÍA MOLINOS JERF EL AHMAR							
GRUPO 1					GRUPO 2 / TIPO 2	INDET	Total
	Tipo 1a	Tipo1b	Tipo 1c	Tipo 1d			
N	69	7	29	16	0	42	163
%	42,3	4,3	17,8	9,8		25,8	

Fig.III.3.5. Distribución absoluta y porcentual de los tipos de molinos en Jerf el Ahmar.

##### *Tipología y gestos técnicos de molienda y trituración combinados en molinos, moletas, morteros y pilones*

En Jerf el Ahmar, y en otros conjuntos de molienda y trituración arqueológicos y etnográficos (Nierle 1983; Roux 1986; David 1996), las distinciones funcionales entre molinos y morteros son analizadas considerando la vida del útil como un proceso de cambio continuo, en el cual la combinación o sustitución de gestos técnicos genera variaciones tipológicas. Veamos qué casos concretos se observan en los útiles de Jerf el Ahmar.

Sobre uno de los tipos más singulares de molinos en Jerf el Ahmar y de otros yacimientos contemporáneos del Próximo Oriente, el **tipo 1d**, el análisis cronológico de las caras activas indica que, cuando fue habilitada la superficie para llevar a cabo una percusión lanzada tipo mortero (cúpula), la superficie de molienda de vaivén quedó invalidada, por lo que este tipo de ítems deben ser considerados como molinos reutilizados como mortero. De esta forma, en el conjunto de molinos tipo 1d, la función como mortero fue iniciada en un segundo momento de la secuencia cronológica de utilización del artefacto (por ej. JF1, Fig.III.3.6). En otros casos, se han registrado casos excepcionales de **molinos 1a** en Jerf el Ahmar (JF117, fig. III.3.6.) con evidencias de haber sido **utilizados ocasionalmente mediante percusión lanzada** sin llegar a invalidar la superficie de molienda (es decir, no se creó una concavidad en el centro de la superficie activa de molienda). Finalmente, se documenta un único caso de **molino-mortero**, JF427 (Fig.III.3.6), que combina de forma alternativa y contemporánea la percusión lanzada (mortero) y la percusión apoyada (molino). Los molinos 1d y el molino-mortero pueden ser utilizados junto a **moletas del tipo 1d** (ver *infra* apartado 3.2. *Las moletas*), las cuales presentan caras activas de percusión apoyada en el anverso (y, en muchos casos también, en el reverso) y caras activas de percusión lanzada en los extremos proximal y/o distal, así como también pueden funcionar con **pilones** (ver *infra* apartado 4.2 *Los pilones*) mediante percusión lanzada.

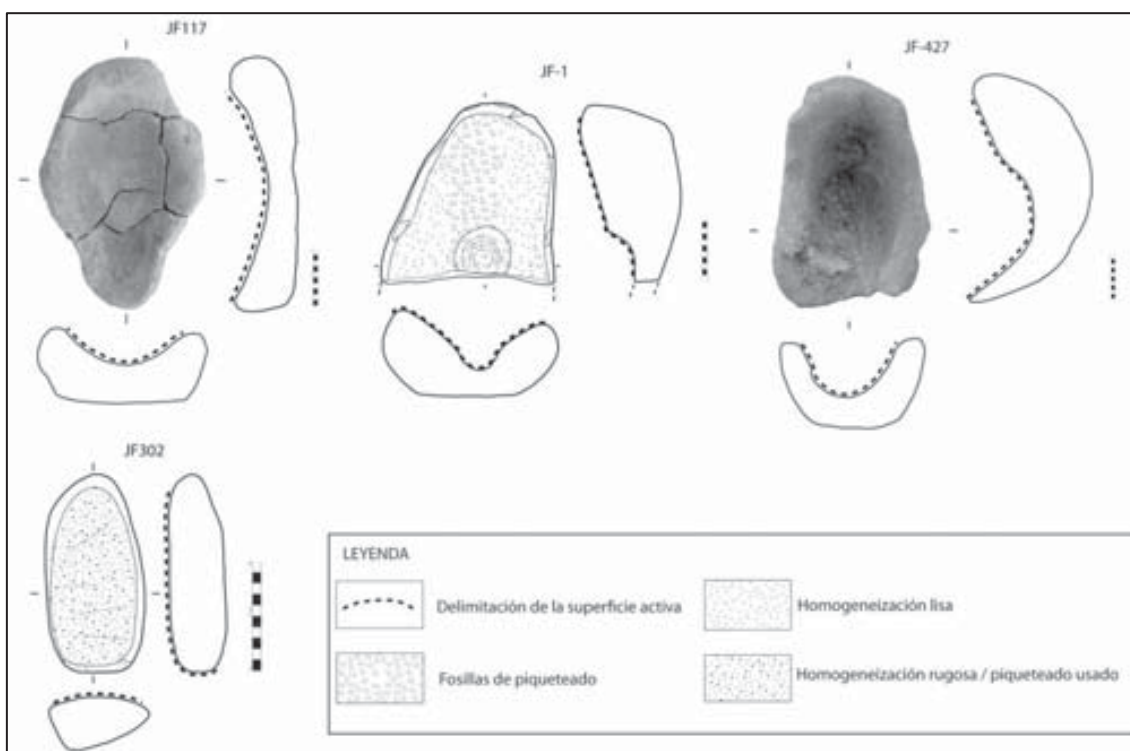


Fig. III.3.6. Ejemplos de los distintos útiles de molienda que pueden surgir combinando varios gestos técnicos en un mismo útil. Molino JF117 tipo 1a, utilizado ocasionalmente por percusión lanzada en el centro de la cara activa; molino JF1 de tipo 1d, con cúpula central; molino-mortero JF427 (superficie activa concrecionada); moleta JF302 de tipo 1d, con una cara activa de percusión apoyada en el anverso y otra cara activa de percusión lanzada en el extremo inferior.

En relación con esta problemática a nivel funcional, en el contexto etnográfico del poblado de Tichitt (Mauritania), V. Roux (1986:45, Pl. III) distingue a partir de la profundidad de la cara

activa entre molinos planos o ligeramente cóncavos (de vaivén) y molinos-mortero, dos tipos que se caracterizan por ser utilizados mediante técnicas de molienda distintas. Dado que los molinos de vaivén (percusión apoyada) para moler cereal (producción de harina) reducen el rendimiento al aumentar la profundidad de la cara activa (incremento debido al desgaste de la roca), cuando la concavidad supera los 4-5 cm de profundidad éstos son abandonados para ser reutilizados en la arquitectura o para otras funciones. En cambio, en los molinos-mortero, los cereales son molidos mediante la combinación de percusión apoyada y percusión lanzada, por lo que el útil debe presentar una profundidad de la cara activa del orden de 10 cm. Estos molinos se utilizan para triturar el mijo en Mauritania, concretamente cuando se desea obtener partículas más gruesas, es decir, sémola (*gruau*) en lugar de harina de cereal. Por último, destacar que los molinos-mortero de Tichitt son accionados mediante moletas como las del tipo 1d de Jerf el Ahmar, combinando la percusión apoyada y la percusión lanzada.

### *El proceso de manufactura de los molinos*

La materia prima utilizada para la manufactura de los molinos de Jerf el Ahmar es la caliza local (95,6%), salvo algunas excepciones en las que se documentan molinos sobre basalto compacto (4,2%) y basalto vesicular (1,2%) (Fig.3.3.1). Entre las clases de caliza explotada, destaca la caliza de grano medio-grueso tipo *packstone* (49,7%), mientras que el tipo *mudstone* de grano fino y menor presencia de inclusiones se documenta en un número inferior de molinos (14,4%). La caliza tipo creta, también conocida como caliza "blanda" (*tendre*), parece utilizarse de forma ocasional (1,8%). Respecto al soporte, las calizas se recogen en forma de bloques de distinta morfología, si bien se reconoce una cierta selección de bloques paralelepípedos y en forma de losas aplanadas. En el caso de los basaltos, éstos proceden de cantos fluviales ovales o elipsoidales producto del rodamiento natural.

A nivel tipológico, se observan algunas diferencias en la materia prima de los tipos de molinos de Jerf el Ahmar que deben ser consideradas en el análisis funcional de los artefactos. La caliza *packstone* es la más utilizada para los 4 tipos de molinos; en cambio, la variante *mudstone* sólo se documenta en la fabricación de molinos tipo 1a y 1c, y, ocasionalmente, en el tipo 1d (Fig.3.3.3). Las brechas, la materia prima de mayor granulometría entre los molinos, sólo se utilizaron para elaborar un ejemplar de tipo 1b y otro de tipo 1c. Finalmente, el basalto, la litología de mayor rugosidad, resistencia a la fractura y resistencia a la fricción, se utilizó para manufacturar algunos molinos de los tipos 1a y 1c.

El análisis de las técnicas de manufactura en molinos se ha visto afectado en parte por el grado de fragmentación del conjunto, y, además, por la ausencia de restos de fabricación en el registro arqueológico que dificulta el análisis tecnológico. En cuanto a los instrumentos utilizados para fabricar los molinos, la primera hipótesis se basa en el uso de percutores macrolíticos para el desbastado y formatización (talla y piqueteado) de los molinos. En este sentido, cabe destacar que el estudio de los percutores de Jerf el Ahmar se encuentra en proceso de finalización (Sánchez-Priego, en prep.).

Otra propuesta posible toma como referencia los trabajos experimentales y traceológicos (Brenet *et al.* 2001; Sánchez-Priego 2002; Sánchez-Priego & Brenet 2007) sobre el tipo de útil de percusión biselado denominado *herminette* (azuelas), y vinculado con la elaboración de las *pierres en cigare* de caliza blanda utilizadas como bloques en la construcción de las casas de

Jerf el Ahmar. Como este tipo de caliza también se explotaba para la manufactura de molinos de Jerf el Ahmar, las *herminettes* podrían haber participado en el proceso de talla de estas producciones. Según los autores del análisis, las trazas de manufactura observadas en los bloques experimentales de caliza (Sánchez-Priego & Brenet 2007, Fig.6) se corresponden con negativos de talla y raspado realizados con un útil cortante y enmangado, muy semejantes a las identificadas en los bloques arqueológicos, y que difícilmente se podrían vincular con percutores redondeados.

En los molinos de Jerf el Ahmar, las trazas de manufactura más comunes son los **negativos de talla** en el contorno y en el reverso de los artefactos, así como las superficies de **piqueteado** que buscan dar una forma final a ambas partes anatómicas, y también homogeneizar la superficie activa del ítem, y dotarla de una alta capacidad abrasiva (alta rugosidad) (Fig.III.3.7). En relación con el tipo de trazas producidas por las *herminettes*, algunos molinos muestran extracciones en zonas aplanadas que podrían haber sido realizados con un útil cortante y biselado (Fig.III.3.9)<sup>6</sup>. Sin embargo, no se observan trazas lineales producto del raspado con útiles con filo, tal y como describen Sánchez-Priego & Brenet (2007) sobre los bloques manufacturados con fines arquitectónicos. Por estos motivos, hasta la realización de un análisis experimental centrado en la manufactura de útiles de molienda en caliza, la hipótesis inicial mantiene a los percutores como útiles de fabricación principales en la manufactura de los molinos de Jerf el Ahmar. No obstante, no se descarta que en algunos casos y en determinados momentos del proceso de manufactura pudieran utilizarse *herminettes* para tallar el contorno y el reverso de los molinos.

	Grado	Secuencias técnicas	Tipos Molinos									
			Molinos		1A		1B		1C		1D	
			n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Trazas en el contorno	0	<i>Sin modificar</i>	2	1,2	1	1,4			1	3,4		
	1	<i>Talla</i>	58	36	22	31,9	3	42,9	8	27,6	8	50,0
		<i>Piqueteado</i>	1	0,6								
		<i>Abrasión</i>	1	0,6								
	2	<i>Piquet+Abrasión</i>										
		<i>Talla+Piqueteado</i>	62	38,0	30	43,5	3	42,9	11	37,9	3	18,8
	3	<i>Pulido</i>										
		<i>Talla+Piquet+Abrás</i>	31	19,0	16	23,2	1	14,3	7	24,1	5	31,3
		<i>Imperceptible</i>	6	3,7					1	3,4		
	<i>Indeterminado</i>	2	1,2					1	3,4			
Trazas en el reverso	0	<i>Sin modificar</i>	26	16,0	16	23,2	3	42,9	6	20,7	1	6,3
	1	<i>Talla</i>	49	30,1	27	39,1	2	28,6	7	24,1	6	37,5
		<i>Piqueteado</i>	6	3,7	2				1	3,4		
		<i>Alisado</i>	6	3,7	1	1,4			3	10,3	1	6,3
	2	<i>Piquet+Abrasión</i>	3	1,8	1	1,4			1	3,4	1	6,3
		<i>Talla+Piqueteado</i>	26	16,0	10	14,5	2	28,6	3	10,3	4	25,0
	3	<i>Pulido</i>										
		<i>Talla+Piquet+Abrás</i>	15	9,2	5	7,2			6	20,7	3	18,8
		<i>Imperceptible</i>	13	8,0	6	8,7			1	3,4		
	<i>Indeterminado</i>	19	11,7	1	1,4			1	3,4			
Trazas en la cara activa	<i>Piqueteado</i>	164	101	69	100	7	100	29	100	16	100	
	<i>Talla+Piqueteado</i>									?		
<b>Total</b>		163		69		7		29		16		

Fig. III.3.7. Tabla resumen con las trazas de manufactura observadas en los molinos de Jerf el Ahmar, expresadas de forma unitaria (Molinos) y por tipos de molinos (1A, 1B, 1C y 1D).

<sup>6</sup> Mazurowski (1997:27, Pl. VII-VIII) también propone el uso de cinceles de piedra para la manufactura del contorno de algunos molinos de Nemrik 9 que presentan negativos regulares de talla.

	MANUFACTURA / MATERIA PRIMA MOLINOS JERF EL AHMAR									
	Grado modificación CONTORNO					Grado modificación REVERSO				
	0	1	2	3	Imperct/Indet.	0	1	2	3	Imperct/Indet.
BASALTO		3	2	2	2		2			7
CALIZA Packst	1	32	31	18	2	15	38	17	6	8
CALIZA Mudst		8	13	3		3	9	4	5	3

Fig. III.3.8. Distribución absoluta de los molinos elaborados en basalto, caliza *packstone* y caliza *mudstone* de Jerf el Ahmar con los diferentes grados de modificación del contorno y del reverso (manufactura).

El análisis de las trazas de manufactura de los molinos ha permitido identificar cierta variedad de secuencias técnicas de preparación de estos ítems (Fig.III.3.7). Los contornos de los útiles son modificados con mayor frecuencia que los reversos de los mismos (grado 0 contorno=1,2%, reverso=15,9%), y destaca, en general, una inversión alta de trabajo ya que se observan grados de modificación 3 (18,9%) y 2 (37,8), seguidas del grado 1 (37,4%) en los contornos. Las secuencias técnicas mayoritarias son la combinación de talla y piqueteado (37,8%), y la talla (36%) en los contornos, relacionados principalmente con la preparación de la cara activa. En el reverso, se documentan grados de modificación mayoritariamente del grado 1 (37,7%) y 2 (17,7%), y, en menor medida, del grado 3 (9,1%); mientras que los tipos de secuencias técnicas más utilizadas en los reversos son las mismas que las observadas en los contornos (talla y piqueteado=15,9%, talla=30,5%).

El análisis por tipos de molino muestra pocas diferencias en la manufactura del contorno, sobre el cual se aplica principalmente la talla y piqueteado en los tipos 1a, 1b y 1c; mientras que la talla es mayoritaria entre los molinos del grupo 1d. Se observa una tendencia general a formatear un contorno redondeado de los molinos mediante talla (ej. JF1 en fig. III.3.9) y, en algunos casos también, por piqueteado (Fig.3.3.11c). Respecto al reverso o base del molino, las secuencias de talla son las más documentadas en todos los tipos, excepto el 1b donde el porcentaje más alto de ítems (42,9%) no presenta modificación alguna en el reverso del molino. Finalmente, comparando las dos litologías mayoritarias identificadas en la producción de molinos, caliza *packstone* y caliza *mudstone*, así como en tercer lugar el basalto, se observan pocas diferencias en cuanto al grado de modificación del contorno y del reverso de los útiles (Fig.III.3.8).

El proceso de preparación inicial de la cara activa resulta difícil de documentar debido a los procesos posteriores de desgaste por el uso y episodios de reavivado de las superficies activas, que eliminaron las trazas de manufactura iniciales. A los procesos de desgaste habituales en molinos de piedra se le suman las características petrográficas de la caliza (dureza 3 en escala de Mohs, baja resistencia al desgaste), las cuales obligan a un rejuvenecimiento constante de las superficies activas de los útiles para preservar su capacidad abrasiva para la molienda. Las trazas de piqueteado observadas sobre el 100% de las caras activas de los molinos son muy intensas, especialmente sobre los elaborados en caliza, creando fosillas grandes y profundas repartidas por toda la superficie del anverso.

Además, se identifican diversas secuencias de piqueteado a nivel cronológico en algunos casos, superponiéndose unas sobre otras sobre todo en los laterales de la cara activa. Siguiendo a Procopiou (1998:79), se considera que el reavivado no rejuvenece más que una parte de la

superficie activa, en este caso, la parte central de superficie de trabajo en contacto con la moleta (la parte que ha sufrido un mayor rebaje debido al uso, por ej. en JF57, Fig.3.3.9d). Paralelamente, las caras activas cóncavas indican que se llevaron a cabo diversos piqueteados sucesivos anteriores al estado en el cual se encuentran los molinos.

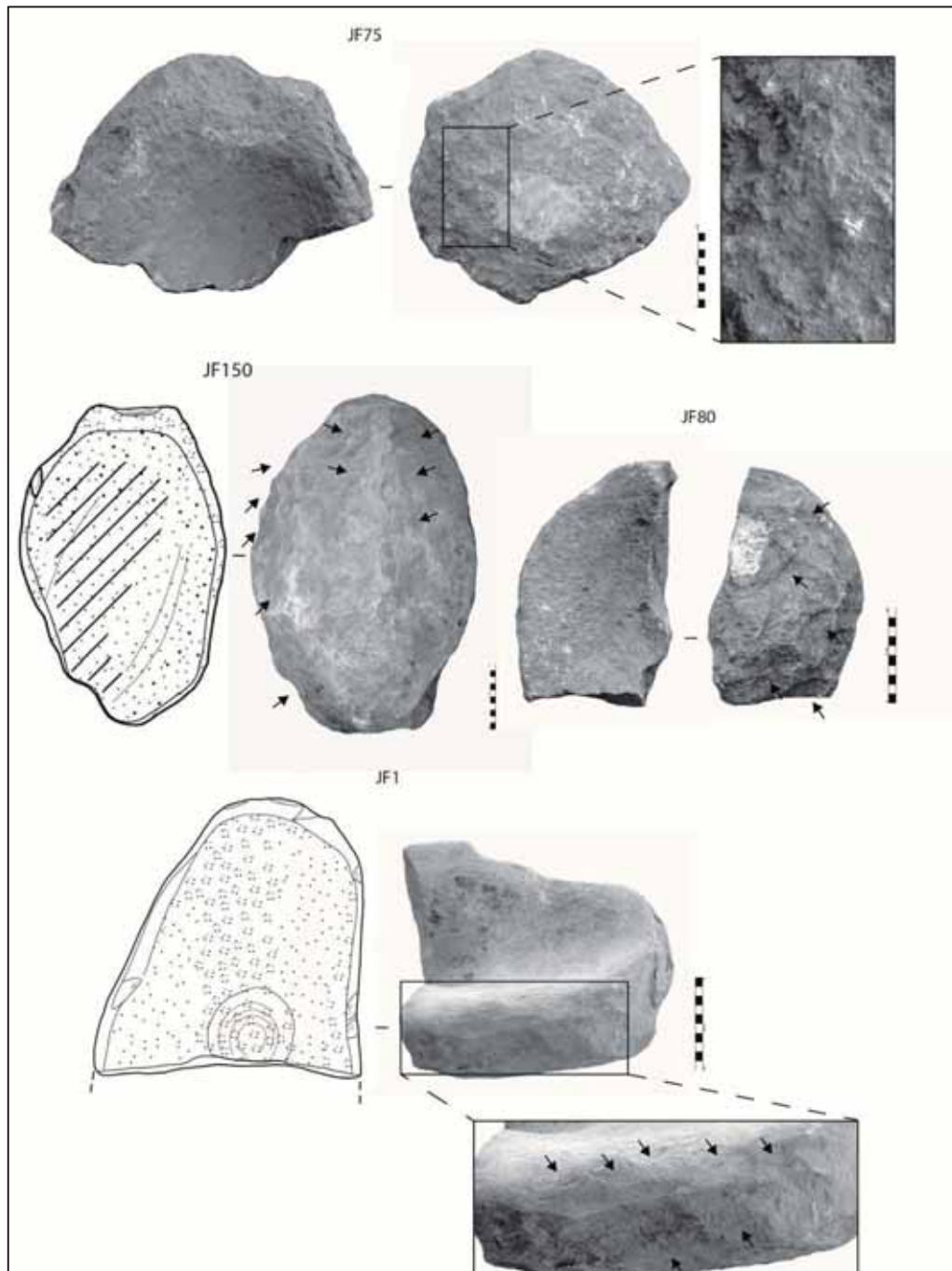


Fig.III.3.9. Trazas de manufactura en molinos de Jerf el Ahmar. Piqueteado en el reverso de JF75, y negativos de talla (indicados con flechas negras) en los molinos JF150, JF80 y JF1.



Por otro lado, en Jerf el Ahmar aparece una nueva característica en los molinos identificada también en otros yacimientos contemporáneos, la llamada **apertura del extremo** ("*ouverture en bout*", según Nierle 1983) (Fig.III.3.11a). Esta modificación de la superficie activa es interpretada como una necesidad práctica (Nierle 1983) con el fin de habilitar un área de evacuación para la materia trabajada durante la molienda. Además, según M.C. Nierle esta modificación sobre los molinos podría presentar una significación cronológica propia del PPNB de Palestina (Jericho, Beidha) y de momentos anteriores (PPNA de Mureybet y Cheikh Hassan) en el valle del Éufrates. En Jerf el Ahmar, la apertura del extremo o zona de evacuación es habilitada principalmente en molinos del tipo 1a (vaivén), y se documenta desde los niveles más antiguos del cerro este (niveles IV-VI / E, PPNA), hasta los niveles 0- I / E (transición PPNA-PPNB), con una presencia mayoritaria en el nivel I / E (N=7). En el cerro oeste, los molinos con apertura aparecen en el nivel III / W (PPNA) hasta el nivel I / W (transición PPNA-PPNB) (Fig. III.3.10).

	Molinos						Apertura - Zona evacuación			
	1a	1b	1c	1d	Indet	Total	Niveles E		Niveles W	
							I/E	N molinos	I/W	N molinos
Apertura - Zona evacuación	32		1	3	2	37	I/E	1	I/W	2
Cúpula				15	3	18	0/E	4	II/W	3
Perforación	2			5		7	I/E	7	II/W	1
Cúpula + perforación				4		4	II-III/E	4	Indet/W	2
							IV-VI/E	6		
							Indet/E	1		

Fig. III.3.10. Tabla con los caracteres especiales documentados en los molinos de Jerf el Ahmar (izquierda). Distribución de los molinos con apertura de la cara activa según nivel de ocupación (derecha).

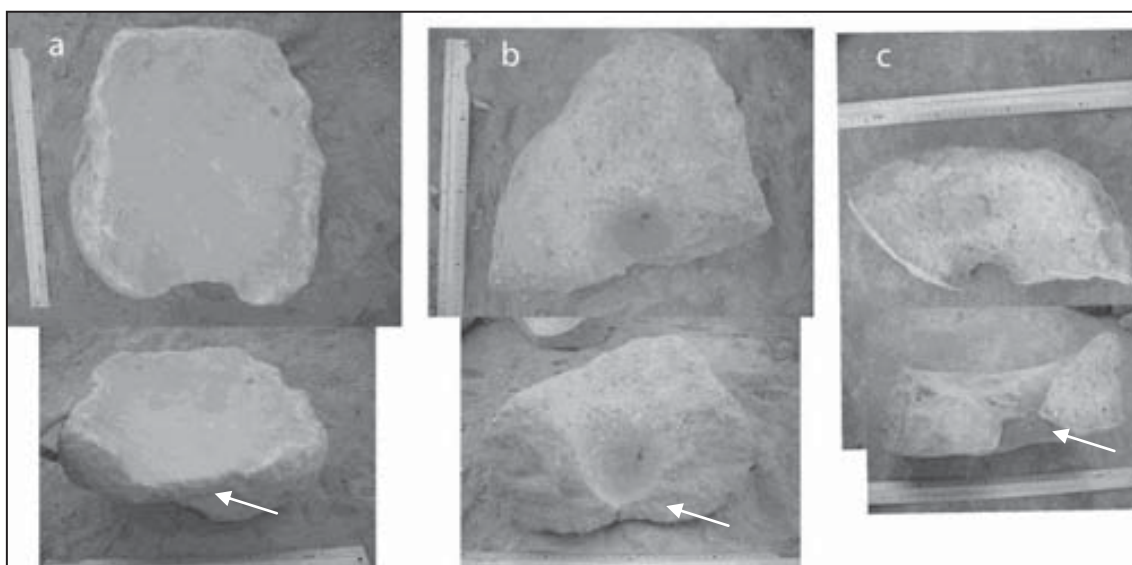


Fig. III.3.11. Ejemplos de molinos con los caracteres especiales documentados en Jerf el Ahmar: zona de evacuación /apertura distal (a) en el molino JF107; cúpula / concavidad (b) en el molino JF112; y la perforación (c) del molino JF143.

Por último, en 15 de los 16 molinos del tipo 1d y en 3 casos de fragmentos indeterminados, se identifica una segunda cara activa para la percusión lanzada habilitada mediante el rebaje de una **depresión o cúpula central** (Fig.III.3.11b). Las superficies internas de las cúpulas muestran

trazas tanto de manufactura (piqueado, n=3), como de uso (homogeneización rugosa n=8, y/o homogeneización lisa n=2). Incluso en un caso, se observa una combinación de trazas de uso y trazas de manufactura en forma de bandas concéntricas (Fig.3.3.11f). En este proceso de manufactura secundaria, podría estar implicada la talla y el piqueado para efectuar el rebaje de la concavidad. Cabe destacar que, en diversos casos, la transformación de molino a mortero se realiza cuando el ítem funcionando como molino ha llegado prácticamente al final de su vida de uso.

La preparación de cúpulas o pequeñas concavidades para la percusión lanzada (morteros) cuenta con algunas referencias experimentales y arqueológicas, como el trabajo de Schneider y Osbourne (1996) (ver cap.2.3, fig.II.3.1) quienes describen la técnica del rebaje inicial a partir de una ranura circular realizada mediante piqueado intensivo, combinada con la talla posterior de la porción central por percusión indirecta (maza y cincel).

Debido a la ausencia de ejemplares inacabados en el conjunto de Jerf el Ahmar, no hay evidencias que permitan señalar otras secuencias técnicas posibles, además del piqueado, para la manufactura de las cúpulas presentes en los molinos del tipo 1d. Sin embargo, intensas secuencias de talla se identifican durante un último episodio de modificación de los ítems, el cual implicó su fin como artefacto de molienda al efectuar **una perforación** en el centro de la cara activa (Fig.3.3.11c). El motivo de esta perforación, presente en 7 molinos de los tipos 1a y 1d de Jerf el Ahmar, y que pudo ocasionar la fractura por la mitad del artefacto, plantea diversas hipótesis. Los negativos de extracción de lascas se sitúan en el reverso del molino de los tipos 1d (ej. JF12, JF37, JF143) y 1a (JF42, JF61). Al intentar conectar mediante talla la perforación realizada desde el reverso con la cúpula de la cara activa de los ejemplares del tipo 1d, se produjo la fractura o apertura de la perforación, que en determinadas ocasiones probablemente provocó la fractura total del artefacto (JF143, fig.III.3.11c; JF37, fig.3.3.11f). Sin embargo, algunos molinos resistieron la perforación sin fracturarse (JF41; JF12, fig.3.3.8a) en los que se observa algún tipo de uso de la perforación, ya que el contorno de ésta se encuentra redondeado y regularizado. Toda esta variedad de ejemplos de ítems fracturados plantea diversas interpretaciones sobre la posible intencionalidad de las fracturas de los molinos, de forma que se hace necesario completar el análisis considerando el contexto arqueológico de los artefactos (ver apartado 5.3).

Una característica más minoritaria, presente sólo en algunos molinos 1a y 1d conservados enteros de Jerf el Ahmar (n=4), es la morfología plana del extremo proximal del útil, el cual actúa como tope para mejorar la fijación durante la molienda; de manera que el molino se mantiene más estable (JF167, JF83 y JF12 en la fig. 3.3.10; JF25, fig. 3.3.6). Los molinos con esta característica aparecen en pleno periodo PPNA (niveles II/E, II/W y III/W). Soluciones similares (aunque más estandarizadas) para la sujeción de los artefactos a partir de rebajes y ranuras han sido identificadas en molinos del SE de la Península Ibérica (Delgado 2008:305-306), pero ya en periodos como la Edad del Bronce.

### *Análisis morfométrico de los molinos*

En primer lugar, y de forma generalizada, se registra una elevada variabilidad a nivel métrico en el conjunto de molinos de Jerf el Ahmar (Fig.III.3.12). Respecto a las variables ancho/largo de los molinos (Fig. 3.3.4), se observa una amplia distribución del tipo 1a, el cual incluye ítems

de pequeñas, medianas y grandes dimensiones (desde ejemplares con largo 210 mm / ancho 170 mm, a ejemplares con largo 540 mm / ancho 380 mm). Los molinos de los tipos 1b y 1c tampoco presentan agrupaciones significativas en función de la métrica; mientras que los ejemplares del tipo 1d sí que se sitúan entre los ítems de mayor tamaño (largo entre 400-570 mm; ancho entre 320-400 mm). Teniendo en cuenta que el tipo 1d corresponde a molinos reutilizados, se constata de esta forma una selección intencional de los molinos más grandes para ser reutilizados como morteros o molinos con cúpulas (tipo 1d). La misma tendencia se registra en los molinos de Mureybet (Nierle 1983), donde los molinos reutilizados como morteros se distinguen por sus grandes dimensiones.

<i>Medida/N</i>	Tamaño Molinos Jerf el Ahmar				Nº Caras Activas	Nº Molinos
	<i>x</i>	<i>s.d.</i>	<i>min</i>	<i>max</i>		
Long (mm)/34	399,1	85,4	210	570	1	130
Anch (mm)/32	269,2	71,3	140	398		
Gros med (mm)/140	62,92	47,4	10	280		
Gros max (mm)126	110,62	48,8	30	280		
Prof Transv (mm)/96	58,40	26,0	2	104		
Sup Act (cm²)/32	1091,6	455,5	315	1942,5		
					Indet	17

Fig. III.3.12. Izquierda, variables métricas de los molinos: *Long* (longitud), *Anch* (ancho), *Gros med* (grosor medial), *Gros max* (grosor máximo), *Prof Transv* (profundidad transversal, *Sup Act* (superficie activa). Derecha, número de caras activas en los molinos de Jerf el Ahmar.

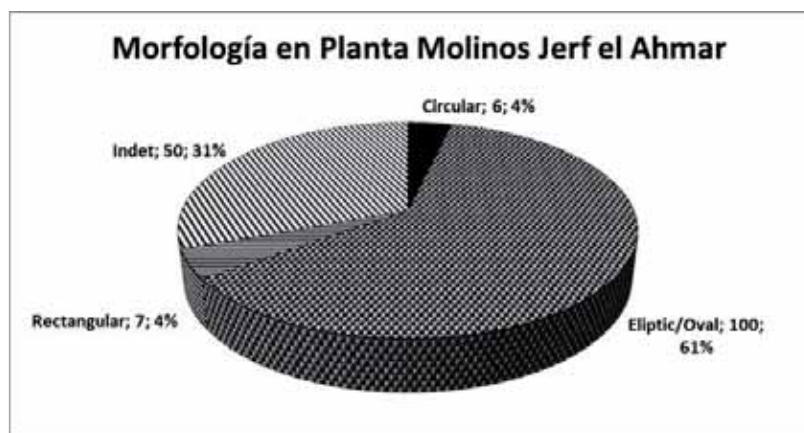
Todos los molinos analizados presentan una única cara activa para la molienda, exceptuando los 16 ítems del tipo 1d que presentan una segunda cara activa para la percusión lanzada (Fig.III.3.12). Por otro lado, el registro de la profundidad de las caras activas de los molinos también señala diferencias entre los cuatro tipos de molino en Jerf el Ahmar. Basándonos en la **profundidad máxima en el eje transversal** (mejor conservada), el tipo **1a** presenta una media de **48,9 mm**; el tipo **1b** una media de **38,5 mm**; el tipo **1c** una media de **42,5 mm**; y el **1d**<sup>7</sup> una media de **89,5 mm**.

De esta forma, se constata que los molinos que alcanzaban mayores índices de productividad (cuanto mayor es la superficie activa del ítem, más cantidad de producto por unidad de tiempo se obtiene), y los que adquirieron una mayor profundidad de la cara activa (en parte vinculado con el grado de desgaste, ver apartado 3.1.3.) fueron los molinos reutilizados para la percusión lanzada, el tipo 1d.

Las **cúpulas del tipo 1d** de Jerf el Ahmar presentan una **profundidad media** de **38,7mm** (min.10 mm, máx.140 mm, la mayoría entre los 20-45 mm), y un **diámetro medio** de **82,5 mm** (min.50, máx. 130 mm). En otros yacimientos contemporáneos, como Zawi Chemi Shanidar, también se observó un rango creciente entre 15-80 mm de profundidad en las cúpulas de los molinos-mortero, aunque una mayor homogeneidad en el diámetro de las mismas, entre 75-80 mm (Solecki 1989). En cambio, en el yacimiento de Mureybet, las depresiones o cúpulas de los molinos-mortero miden entre 10-90 mm de profundidad, y entre 50 y 130 mm de diámetro, según Nierle (1983); por tanto, una métrica similar a la de las cúpulas de Jerf el Ahmar.

<sup>7</sup> La profundidad del eje transversal registrada en los molinos del grupo 1d corresponde a la profundidad de la superficie de molienda, es decir, la superficie utilizada como molino con anterioridad a la manufactura de las cúpulas (no se contabiliza la profundidad de la cúpula en este análisis).

A nivel morfológico, sin embargo, el conjunto de molinos de Jerf el Ahmar se presenta mucho más homogéneo en términos generales (Fig.III.3.13). Las formas en planta son mayoritariamente elípticas/ovales (61%), mientras que las morfologías en sección son cóncavas en ambos ejes en un 94,5% de los casos. En el caso de Jerf el Ahmar, la materia prima mayoritariamente utilizada, la caliza, se presenta en los afloramientos primarios en forma de bloques irregulares o paralelepípedos (Fig. 3.3.2d) que precisan de una manufactura considerable en los contornos para conseguir formas de tipo elipsoidal, oval o circular en planta. Respecto a las formas en sección cóncava, éstas son tributarias tanto de los gestos técnicos, como del desgaste de la roca; por lo que en ningún caso constituye una morfología buscada y producida en el proceso de manufactura de los molinos. Por otro lado, no se han documentado diferencias morfológicas significativas entre tipos de molinos, tan solo una preferencia hacia las formas en planta circulares en el caso de los molinos del tipo 1b y 1c.



MOLINOS JERF EL AHMAR			
SecTransv	SecLong	N	%
CV	CV	155	94,5
RT	CV	1	0,6
RT	RT	2	1,2
Indet		5	3,0

Fig. III.3.13. Variables morfológicas: arriba, morfología en planta de los molinos; abajo, morfologías en sección de las caras activas de los molinos de Jerf el Ahmar.

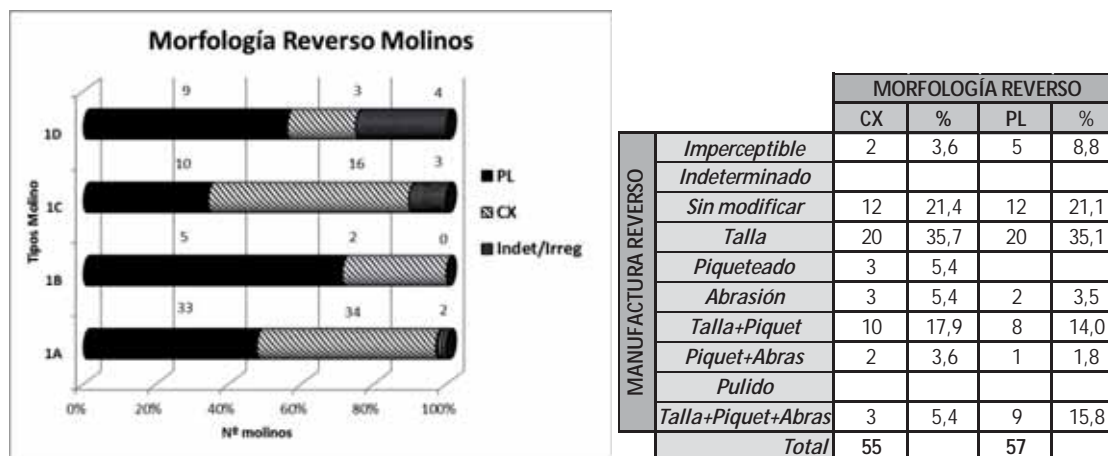


Fig. III.3.14. Morfología del reverso de los molinos según tipos (izquierda), y trazas de manufactura en el reverso según grupos morfológicos (derecha).

El proceso de manufactura del reverso o base del molino para obtener una determinada morfología, ya sea convexa o plana, se encuentra estrechamente vinculado con el posterior modo de funcionamiento del artefacto: tipo de soporte (en el suelo, fijado dentro de una banqueta para molinos), y modo de acción del usuario (movimiento de vaivén, movimiento circular). En términos generales, un molino de base plana no requiere de dispositivos especiales de sujeción para poder ser utilizado (ej. JF108, Fig.3.3.6c); al contrario que los molinos de base cóncava, los cuales sí demandan algún sistema de sujeción<sup>8</sup>. En este sentido, cabe destacar el contexto *in situ* de la casa EA10, donde se documentó el molino JF48, de base convexa, sobre una banqueta estructura de molienda; y justo al lado fue hallado el molino JF117 de base plana, el cual no se asociaba a ninguna estructura, sino que se encontró sobre el suelo con la cara activa boca abajo (Fig.3.3.26).

Respecto a la morfología del reverso, se observan algunas tendencias en función del tipo de molino (Fig. III.3.14). Si bien el tipo 1a (vaivén) presenta prácticamente un 50% de ejemplares con base plana, y otro 50% con base convexa, en los molinos del tipo 1b (circular/oblicua) destaca un 71% de morfología plana sobre un 29% de morfología convexa. El tipo 1d, vinculado a molinos reutilizados como morteros o molinos con cúpula, también muestra un porcentaje más alto de morfologías planas (PL=52,9%, CX=17,6%) en el reverso del útil.

A partir de estos resultados, se presenta la posibilidad de distinguir **dos subtipos de molinos** para cada tipo, el **subtipo de base plana** y el **subtipo de base convexa**. Si bien los molinos de base plana cuentan con una relativa mayor movilidad para su utilización, pues en principio no requieren dispositivos de sujeción, ocurre lo contrario con los molinos de base convexa, que sí necesitan habilitar o contar con algún sistema para fijarlos durante la molienda<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> Para los molinos recuperados fuera del contexto de uso (la gran mayoría en Jerf el Ahamr), está planificado llevar a cabo un análisis traceológico de los reversos o bases que pueda indicar el desgaste durante el uso, el tipo de soporte que tuvo el ítem, etc.

<sup>9</sup> Un sistema de sujeción simple puede ser el de introducir parcialmente el reverso del molino en el suelo de tierra.

En cuanto al proceso de manufactura del reverso de los molinos, el análisis traceológico indica leves diferencias entre ambas morfologías (Fig.III.3.14). En primer lugar, la secuencia mayoritaria en los dos grupos morfológicos es la talla (CX=37,5%; PL=35,1%), seguida de la talla y piqueteado (17,9%) en el caso de los molinos con base convexa, y la triple secuencia talla-piqueteado-alisado (15,8%) en los molinos de base plana. Si bien podría considerarse la triple secuencia talla-piqueteado-abrasión como indicador de una mayor inversión de trabajo en los molinos de base plana, las demás secuencias presentan valores muy similares entre ambos grupos morfológicos e incluso algunos son superiores en el caso de la morfología convexa (abrasión=5,4%; talla-piqueteado=17,9%). De este modo, la lectura traceológica sugiere que no existirían estrategias de manufactura concretas en función de la morfología de la base del molino. Como hipótesis más plausible, proponemos que fuese la morfometría del bloque original de caliza lo que determinó mayormente las secuencias de manufactura que requería fabricar cada molino, tanto del subtipo de base convexa, como del subtipo de base plana.

### 3.1.2. Caracterización traceológica de las superficies de desgaste de los molinos (niveles de observación 1 y 2)

La caracterización de las superficies de desgaste de los ítems se estructura a partir del sistema de escalas de observación presentado en el capítulo 2.5. (fig.II.5.1). Se incluyen aquí los resultados del análisis a nivel macroscópico (nivel 1) y a leves aumentos (nivel 2).

El análisis de las superficies de los molinos se ha visto altamente perjudicado por la presencia de gruesas concreciones que imposibilitaron la observación en muchos casos. Como característica general, cabe destacar que las **calizas** analizadas presentan una notable variabilidad textural y granulométrica en muchos de los ítems; incluso en un mismo ítem se pueden distinguir variaciones en cuestión de textura y tamaño del grano. En cambio, los **basaltos** constituyen materias primas mucho más homogéneas en general y a nivel de cada bloque de materia prima. En todos los ítems, las superficies activas cubren toda o casi toda la cara del anverso del útil.

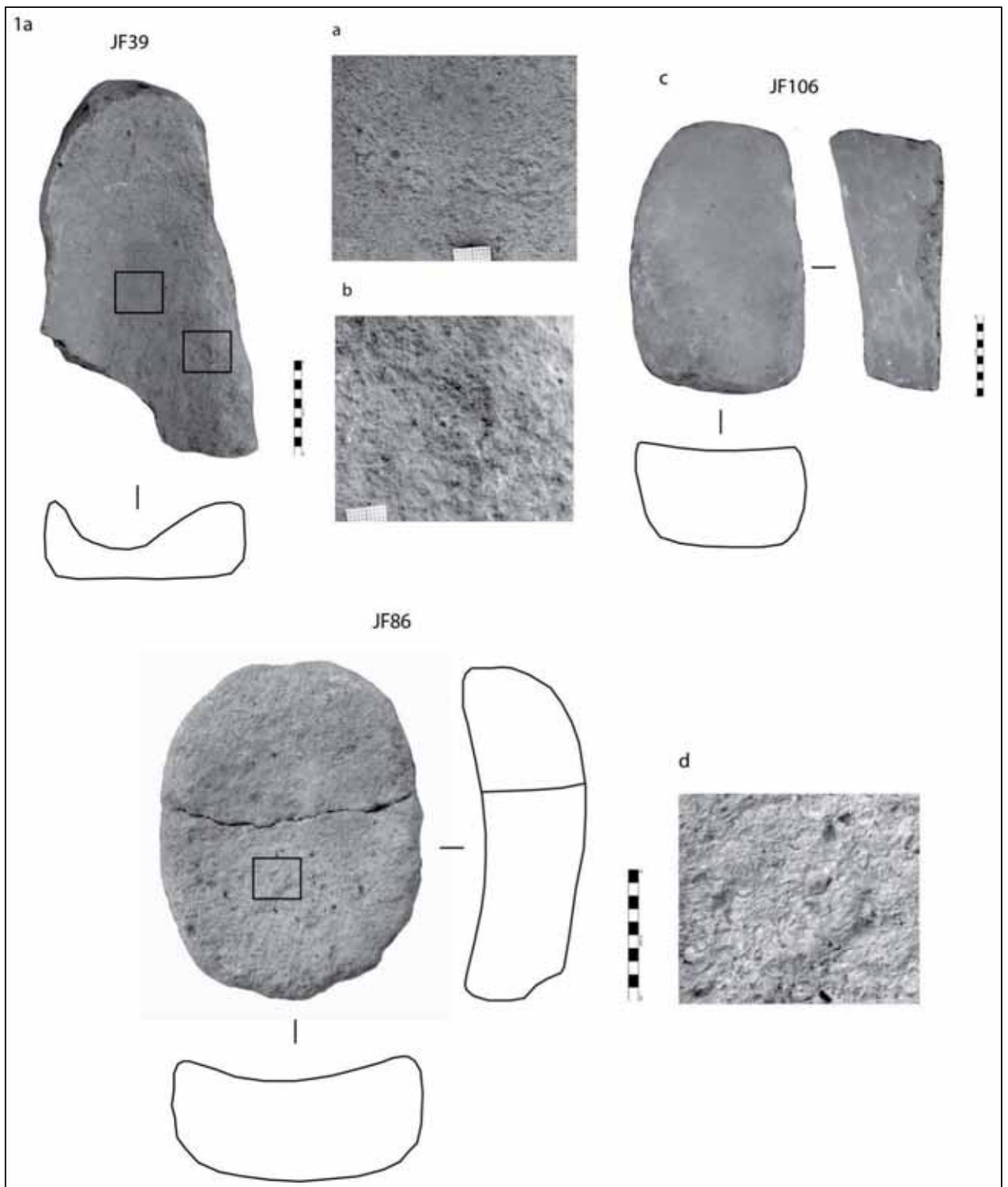


Fig. III.3.15. Ejemplos de molinos tipo 1a de Jerf el Ahmar. Topografías: a, plataforma de homogeneización lisa; b, superficie piqueteada; y d, homogeneización muy rugosa con rascadas siguiendo el eje longitudinal del molino.

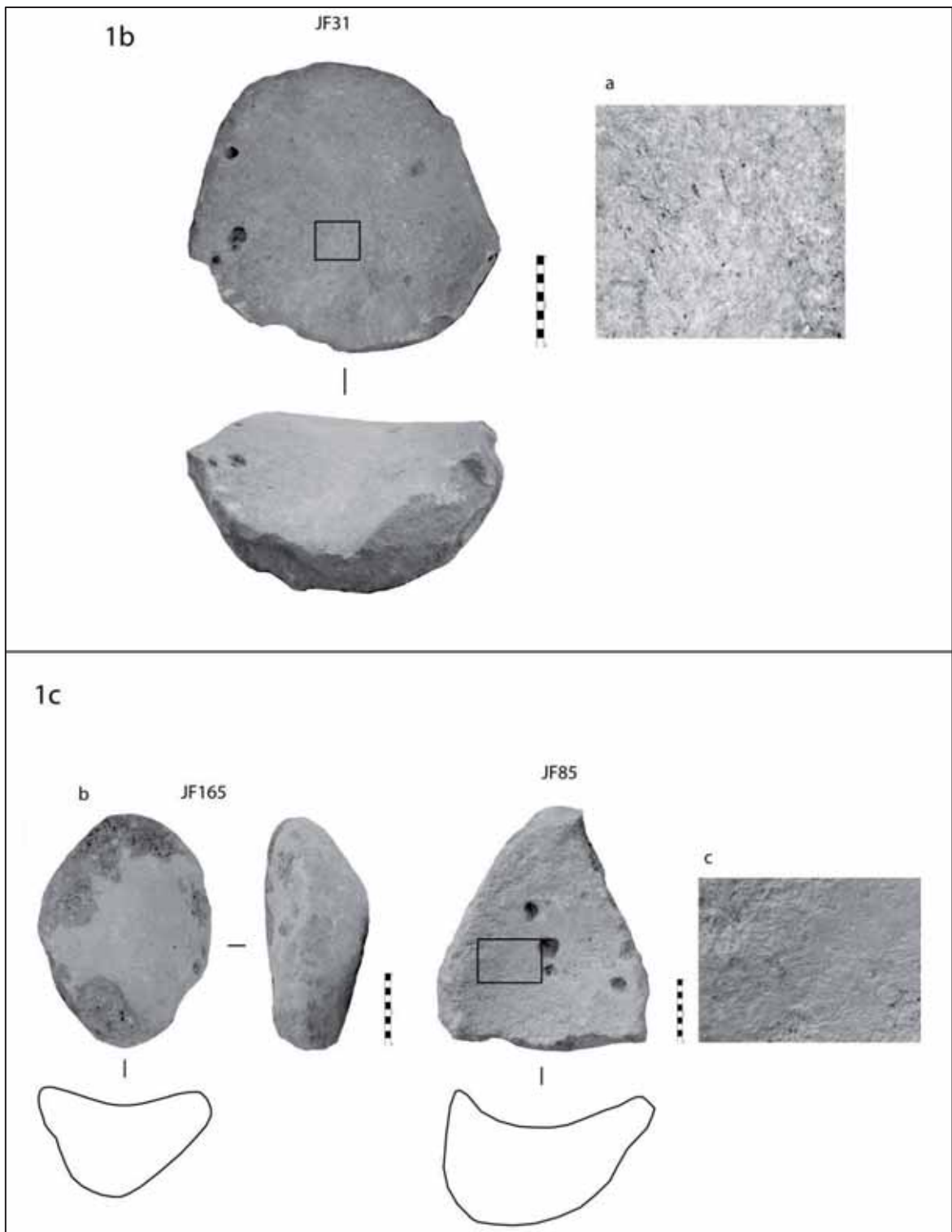


Fig. III.3.16. Ejemplos de molinos tipo 1b y 1c de Jerf el Ahmar. Topografías: a, homogeneización rugosa; c, homogeneización lisa.



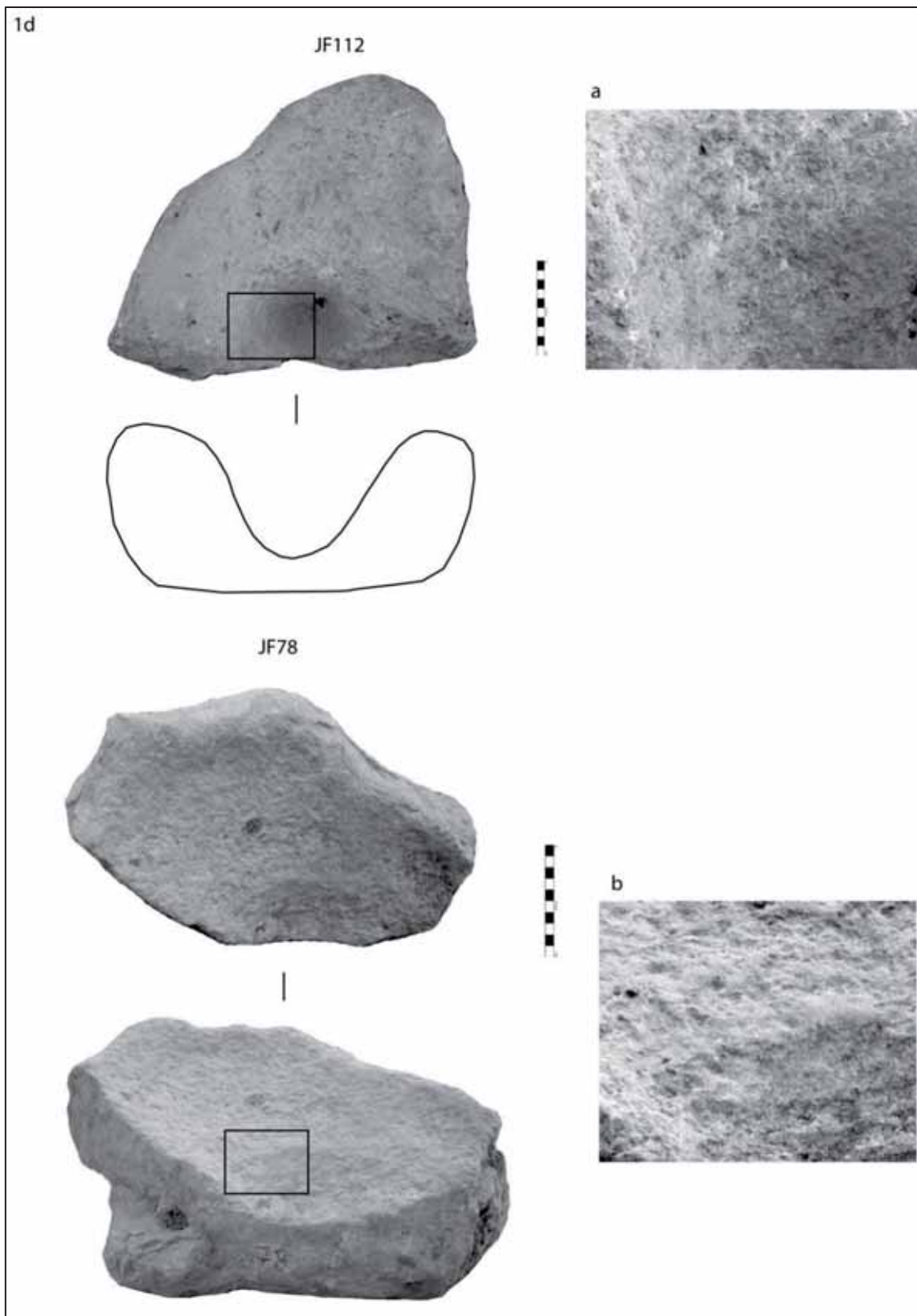


Fig. III.3.17. Ejemplos de molinos tipo 1d de Jerf el Ahmar. Topografías: a, homogeneización rugosa; b, zonas de homogeneización lisa entre zonas rugosas, ambas en el interior de las cúpulas.

## MOLINOS GRUPO 1

### Molinos tipo 1a (n=69)

#### *Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

El tipo 1a de molinos de Jerf el Ahmar presenta un patrón de trazas de uso homogéneo debido al modo de funcionamiento (trabajo en pareja) y al gesto técnico de vaivén que caracteriza a este tipo de molino. La distribución típica de un molino 1a en estado de uso es la siguiente:

- Formación de **plataformas de homogeneización lisa** sobre un piqueteado anterior (fosillas aún remanentes) en la parte central de la cara activa (zona de máximo contacto con la moleta) (Fig.III.3.15a). Los platós alisados pueden desarrollarse en forma de bandas longitudinales siguiendo la dirección del movimiento de vaivén, por lo que pueden ser considerados como trazas lineales junto a una leve u ocasional presencia de rascadas también longitudinales (siguiendo el eje mayor del molino, según el movimiento de vaivén) (Fig.3.3.6a). Los molinos cuya materia prima es de grano grueso (caliza *packstone*), o que han sido recientemente reavivados mediante piqueteado, presentan plataformas de homogeneización en la parte central con una textura rugosa (Fig.III.3.15d). Ambos tipos de plataformas (lisas y rugosas) presentan morfologías en sección de tipo convexo o abombado.

- Fosillas de **piqueteado** medio-intenso en los laterales y extremos (excepto en áreas de evacuación), tributarias del proceso de fabricación y/o de los episodios de reavivado posterior (Fig.III.3.15b).

- Zonas de **homogeneización lisa más intensas** (en algunos ejemplares se trata de una continuación del plató central) en las **áreas de evacuación** de los extremos del molino (Fig.3.3.10d).

- En ocasiones, llegan a formarse **pulidos de leve reflectividad** macroscópica en la zona central de la cara activa y en la zona de evacuación a causa del contacto reiterado entre superficie del molino, el producto molido y la superficie de la moleta (Fig.3.3.12e).

Además de esta distribución típica del tipo 1a, se identifican otras trazas de desgaste significativas en diversos útiles. En el caso de los molinos de vaivén sobre caliza, el desgaste por el uso y los reiterados episodios de reavivado por piqueteado **incrementan la concavidad** de las caras activas. Esta modificación morfológica paulatina genera unos **bordes interiores** con perfiles de tendencia recta que acaban por provocar que la moleta quede encajada en el interior del molino, reduciendo, de esta manera, el área de superficie activa de molienda de este último (ej. Fig.3.3.9d). A partir de esta modificación, los laterales de la cara activa del molino dejan de ser utilizados como superficies de abrasión, y, por tanto, se abandona en estas zonas el ciclo de desgaste/reavivado de las superficies.

Otra característica observada en un grupo concreto de molinos de vaivén es el **desgaste asimétrico** que parece derivarse de la posición y el gesto técnico de la molienda. En efecto, se observa una desviación hacia el lateral izquierdo (N=9) (ej. Fig.III.3.15a), o hacia el lateral derecho (N=2), detectado a partir de un leve giro de la zona de evacuación, y, en ocasiones, mediante un desgaste más acusado (mayor profundidad de la concavidad, superficie más alisada) de uno de los laterales de la superficie activa del molino.

En lo concerniente a los **molinos de basalto**, dos ejemplares de este tipo presentan superficies de desgaste semejantes a los molinos de caliza: plataforma de homogeneización lisa en la parte central, zonas de piqueteado general, y especialmente recurrentes en los laterales, y presencia de zonas de evacuación en uno de los extremos. Un tercer ejemplar fracturado presenta una superficie muy alisada con el desarrollo de bandas de pulido leve (Fig.3.3.9e) siguiendo la orientación del gesto de vaivén.

Por último, se observa un **único caso de uso múltiple** en el molino JF117 (Fig.3.3.26), el cual presenta trazas de percusión leve en la zona central de la cara activa, sugiriendo un uso como superficie receptora de un trabajo de percusión lanzada / trituración en asociación con un pilón o machacador.

### *Nivel 2.- Descripción de las trazas (Microtopografía)*

- En las plataformas de homogeneización lisa, se identifica una microtopografía alta con **rugosidad** de rango **medio-bajo**, con un desgaste diferencial entre los granos, algunos de cuarzo, y el cemento de calcita (fig.3.3.14a-b). En estas zonas de homogeneización, se conservan **microfracturas** producidas por un piqueteado anterior.

- En las superficies piqueteadas, destacan las microfracturas y los **negativos del desprendimiento de materia** sufrido durante los procesos de manufactura y reavivado de las superficies (Fig.3.3.14f).

- Los **pulidos** se circunscriben a **pequeñas áreas de homogeneización lisa** y presentan un grado de **reflectividad bajo**, asociadas habitualmente con estrías cortas y finas (Fig.3.3.14d).

### **Molinos tipo 1b (n=7)**

#### *Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

Los 7 ejemplares incluidos en el tipo 1b presentan una distribución de trazas de uso basada en:

- Presencia mayoritaria de **superficies de piqueteado intensivo**, fosillas de piqueteado casi intactas y repartidas por toda la superficie activa. Desarrollo de superficies de homogeneización muy rugosas (Fig.III.3.16a), y práctica ausencia de plataformas de homogeneización lisa. Únicamente una pequeña zona lateral del ítem JF46 (Fig.3.3.7b) ha recibido un mayor desgaste por fricción contra la moleta, y aparece más alisada que el resto de la superficie activa totalmente rugosa / piqueteada.

- Trazas lineales en forma de **rascadas**, y también a partir del alineamiento de las fosillas de piqueteado, las cuales presentan una **orientación circular** (Fig.3.3.11e) siguiendo el sentido del gesto técnico circular.

#### *Nivel 2.- Descripción de las trazas (Microtopografía)*

Microtopografía con un rango de **rugosidad muy alto**. No se han identificado zonas de homogeneización lisa, pulidos, ni trazas lineales en esta escala de observación.

### **Molinos tipo 1c (n=29)**

#### *Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

Los molinos del tipo 1c presentan una distribución similar a la descrita para el conjunto 1a (ver *supra*), con algunas distinciones, y a pesar de que la fuerte formación de concreciones ha dificultado el análisis de las superficies de este tipo. En general, se observa una mayor presencia de **superficies piqueteadas** cuyas zonas más altas han sido arrasadas y alisadas por la fricción contra la superficie del útil superior, creando **pequeñas zonas de homogeneización rugosa de sección convexa**. Otras zonas más concretas sí llegan a desarrollar **plataformas de homogeneización lisa y sección plana**, especialmente en áreas de evacuación sobre los extremos de la cara activa del molino y en su parte central (Fig.3.3.13d). Por último, se observan rascadas en diversos útiles que pueden describir tanto trayectorias curvas (movimientos circulares/libres), como longitudinales (movimientos de vaivén).

El fragmento de molino sobre basalto incluido en este tipo 1c también comparte las mismas características (fosillas de piqueteado, plataforma de homogeneización rugosa de sección convexa) que el resto del conjunto fabricado sobre caliza.

*Nivel 2.- Descripción de las trazas (Microtopografía)*

La organización de la microtopografía en este conjunto presenta las mismas características que el tipo 1a (ver *supra*).

**Molinos tipo 1d (n=16)**

*Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

En un primer estadio de uso de los artefactos del tipo 1d, éstos presentan superficies de molienda que no se distinguen prácticamente de las superficies del tipo 1a. Sin embargo, en un segundo estadio de uso de los molinos en el que **se reutilizan como morteros o cúpulas**, se genera una segunda superficie activa descrita según los siguientes atributos:

- **Cúpulas** cuya superficie interna presenta **fosillas de piqueteado** (JF49, JF78, JF84, JF109, JF133) o una superficie de **homogeneización rugosa** sobre fosillas de piqueteado anteriores (Fig. III.3.17a), y un caso de homogeneización lisa (Fig.3.3.11f). De esta forma, las superficies alisadas indican una **percusión apoyada** de tipo rotativo (pulverizar, mezclar) en el interior de las cúpulas.

- **Cúpulas perforadas** en la base (Fig.3.3.8a), y con trazas circulares en las paredes internas (rascadas y bandas de homogeneización lisa) (Fig.3.3.8d).

*Nivel 2.- Descripción de las trazas (Microtopografía)*

La organización de la microtopografía en las superficies de molienda (primer uso) del conjunto 1d es equiparable a la descrita para el tipo 1a (ver *supra*). En cambio, por cuestiones técnicas y de tiempo no ha sido posible observar mediante microscopía las superficies internas de las cúpulas<sup>10</sup>.

***Lectura funcional molinos grupo 1: Hipótesis a partir de los niveles 1 y 2 de observación***

A nivel macroscópico, una de las trazas de fabricación y mantenimiento frecuentemente vinculado con el procesado del grano es **el piqueteado**. Roux (1985) lo describe como el elemento físico que tiene un rol funcional en la molienda de cereales. Según la visión de esta autora, la molienda es una actividad cotidiana en las sociedades agrícolas, por lo que los útiles de molienda demandan un reavivado constante de las superficies abrasivas para que la molienda se considere eficaz. En los molinos de Jerf el Ahmar, las trazas de piqueteado se observan en todos los ítems de los 4 tipos de molinos del grupo 1. En términos generales, las superficies de desgaste en los molinos del tipo 1a, 1b y 1c son muy similares, exceptuando que el tipo 1b y 1c se caracterizan por una mayor presencia de superficies de homogeneización rugosa en detrimento de las superficies alisadas (menos presentes, sobre todo en el tipo 1b).

A pesar de que en el marco del trabajo no hemos podido realizar experimentaciones con útiles de caliza, se ha podido observar que los patrones de desgaste a nivel macroscópico de los molinos de basalto y de los de caliza del grupo 1 se rigen por unas mismas recurrencias, debido a que se forman por unos mismos procesos mecánicos de desgaste. Se trata, principalmente, de la asociación entre zonas de **piqueteado** (manufactura y mantenimiento de las superficies), junto a zonas de **homogeneización rugosa** (desgaste por fricción de las fosillas de piqueteado anterior) y de **homogeneización lisa** (áreas de máximo contacto entre el molino y la moleta). Estos patrones,

<sup>10</sup> La toma de muestras de superficies y el registro mediante moldes de silicona aportará nuevos datos para la continuación del estudio.

observados en los ítems experimentales sobre basalto (cap. 3.2) utilizados en el procesado de granos de cereales, son los mismos que presentan los molinos de caliza de Jerf el Ahmar. En base a este paralelismo, y considerando la información obtenida de los contextos arqueológicos (ver apartado 5.2), la hipótesis que planteamos por el momento es que los molinos del grupo 1 de Jerf el Ahmar fueron utilizados principalmente para procesar granos de cereal (molienda), si bien otros productos complementarios también pudieron ser procesados con los mismos útiles. Sobre este grupo de materias trabajadas de forma complementaria en los molinos del grupo 1, la experimentación (cap. 3.2) ha mostrado la formación de plataformas de homogeneización rugosa más extensas tras el procesado de leguminosas y tras el descascarillado de cereales vestidos.

El conjunto de molinos del tipo **1a** de Jerf el Ahmar presenta un patrón de trazas de desgaste muy homogéneo, por lo que se interpretan como útiles **unifuncionales** (molienda de cereal). En cambio, los tipos **1b y 1c** incluyen ejemplos de superficies muy próximos a las del tipo 1a, junto a superficies activas con una notable presencia de zonas de homogeneización rugosa. Por este motivo, se consideran útiles potencialmente más **heterogéneos a nivel funcional** (procesado de leguminosas, descascarillado de cereales vestidos, etc.).

Finalmente, el tipo **1d** se presenta como útiles complejos, puesto que conllevan varias fases de utilización diferentes: un primer uso como molinos del tipo 1a (**molienda con gestos de vaivén, probablemente para procesar cereales**), y un segundo episodio de reutilización en el que se habilita una **cúpula** como superficie de **percusión lanzada y apoyada** (impactos de percusión y zonas alisadas). Las materias procesadas en las cúpulas de los molinos 1d son, por el momento, desconocidas a la espera de realizar análisis traceológicos a mayor escala de observación, así como análisis de residuos (ver discusión apartado 3.1.3, *Tipología y funcionalidad*).

#### Otros / indeterminados (JF63)

El ítem de basalto vesicular **JF63** (Fig.III.3.41a-b) presenta características de un útil de molienda inferior con una cara activa cóncava de reducidas dimensiones y con trazas de abrasión intensas asociadas a restos de pigmento rojizo. El procesado de esta materia mineral ha generado la aparición de pulidos (Fig.3.3.14c) sobre una plataforma de homogeneización lisa que se extiende por el interior de la concavidad hacia los dos extremos de la misma (áreas de evacuación de la materia trabajada). El útil pudo haber funcionado junto a un útil superior, actuando como receptáculo de un trabajo de reducción o abrasión de la materia mineral (pigmento), o haber sido utilizado como ítem independiente mediante la abrasión del bloque de pigmento mineral a reducir directamente sobre su superficie.

#### 3.1.3. Síntesis del análisis de los molinos

En el cuadro de la fig.3.3.5, se presenta de forma sintética la caracterización de los cuatro tipos de molinos presentes en Jerf el Ahmar.

##### - *Manufactura y mantenimiento*

En el caso de los molinos, la materia prima que parece reunir un equilibrio entre disponibilidad (cercanía y acceso a las fuentes de materia prima), facilidad en la manufactura y efectividad funcional es la caliza local de textura *packstone*. Mayoritaria en el cómputo global de los cuatro tipos, y en cada tipo de molino, la caliza *packstone* se encuentra muy por delante del resto de materias primas, las cuales parecen utilizarse de forma diferente en función del tipo de molino.

Las calizas de grano fino (*mudstone*) se utilizan principalmente en los molinos de percusión apoyada de vaivén (tipo 1a) y circular/libre (1c), así como también en las reutilizaciones del tipo 1d. Los pocos basaltos documentados también se vinculan con los tipos 1a y 1c. Finalmente, los ejemplares sobre brecha, de granulometría superior, fueron utilizados en molinos 1b y 1c (gestos circulares y circular/libres). Estas distinciones deben ser relacionadas con la propuesta funcional asignada a cada tipo de molino; de manera que, por un lado, los molinos asociados a la molienda de cereales (molinos 1a, y un grupo de molinos 1c) son elaborados preferentemente sobre materias de grano medio (caliza *packstone*) o fino (caliza *mudstone* y basalto). Por otro lado, los molinos de carácter más multifuncional (tipos 1b y 1c) pueden elaborarse en diversas variantes de caliza, en basalto y en brecha.

La inversión de trabajo en la manufactura de los molinos, así como las técnicas de fabricación, parecen ser prácticamente las mismas en los cuatro tipos de molinos, exceptuando el segundo proceso de manufactura que experimentan los del tipo 1d (creación de una cúpula). Así mismo, los episodios de reavivado (piqueado) de las superficies de molienda son muy recurrentes debido al tipo de materia prima con la que se elabora el 91,6% de los molinos, la caliza, roca que debe ser reavivada constantemente para generar la rugosidad que requiere la molienda de sustancias duras y en estado seco como los granos de cereal. Se observan zonas de piqueado en todos los molinos, aunque según el análisis traceológico, las zonas más recientemente reavivadas (fosillas de piqueado intactas) se identifican sobre molinos del tipo 1a.

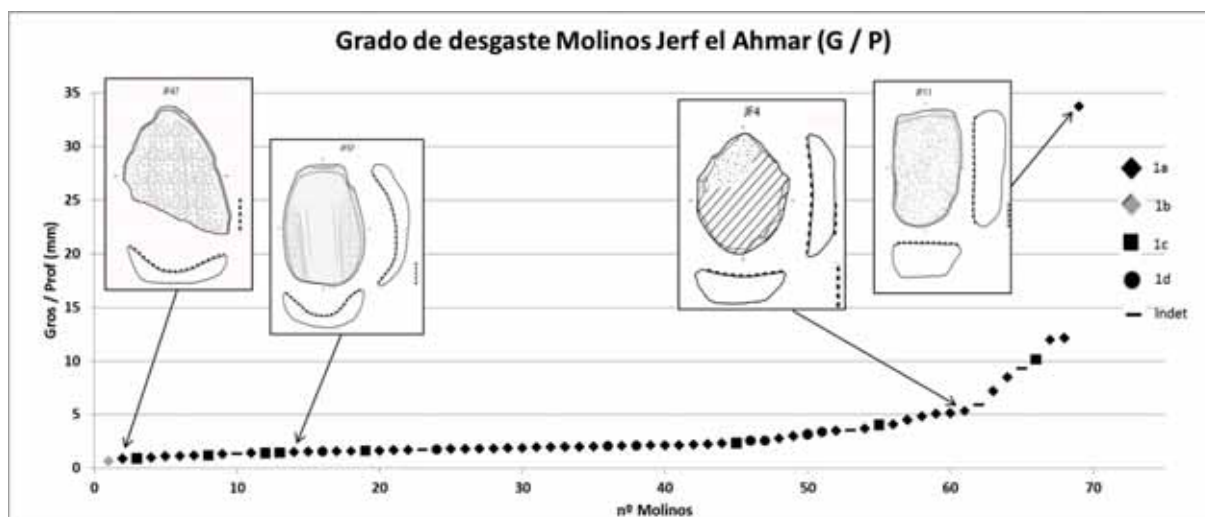


Fig. III.3.18. Módulo Grosor máximo / Profundidad máxima de la cara activa utilizado para evaluar el grado de desgaste de los molinos de Jerf el Ahmar.

Los molinos con mayor grado de desgaste corresponden principalmente al tipo 1a, a pesar de que también hay ejemplares de los tipos 1b y 1c (Fig.III.3.18) con un gran desgaste. Lo mismo ocurre con los ítems menos desgastados, entre los cuales también se encuentran efectivos de estos tres tipos, aunque destaque una mayor presencia del tipo 1a, lo cual es comprensible, puesto que es el tipo de molino con mayor número de efectivos del conjunto de Jerf el Ahmar.

Los molinos 1d, molinos reutilizados como morteros, presentan grados de desgaste (G/P) medio, entre valores 1,5 el más desgastado y 3,4 el que menor grado de desgaste presenta. Ante este panorama, la interpretación más plausible es que se dieron ritmos de desgaste aparentemente iguales entre los tres tipos de molinos utilizados en percusión apoyada (1a, 1b y 1c), y que en los molinos 1d se habilitaron las cúpulas cuando los ítems presentaron un grado medio de desgaste.

*- Tipología y funcionalidad*

Para valorar la importancia de los distintos tipos de molinos a lo largo de la ocupación del asentamiento de Jerf el Ahmar, y ponerlos en relación con otras esferas productivas y socio-económicas, hemos agrupado los niveles constructivos en tres fases cronológicas principales. La primera de estas fases, la más reciente, constituye la fase de transición entre el periodo **PPNA-PPNB** antiguo (niveles I/W, \_I/E y \_II/E de Jerf el Ahmar) de la región levantina, definido por Stordeur & Abbès (2002) a partir de criterios arquitectónicos y de la industria lítica analizada. En cambio, la fase principal del yacimiento, el PPNA, la hemos subdividido en dos para poder detectar posibles cambios en el registro arqueológico vinculado a las técnicas de molienda y trituración. La fase **PPNA II** (niveles II/W, III/W, O/E y I/E) se inicia en el nivel I / E con la expansión máxima del poblado en el cerro este y la primera ocupación del cerro oeste, así como también con la documentación en este momento del primer edificio circular de tipo colectivo del asentamiento (EA 47) (ver. Cap. 1). Finalmente, la fase **PPNA I** (niveles VII/E, VI/E, V/E, IV/E, III/E, II/E) está formada por las primeras ocupaciones del cerro este, caracterizada por las construcciones domésticas de planta circular.

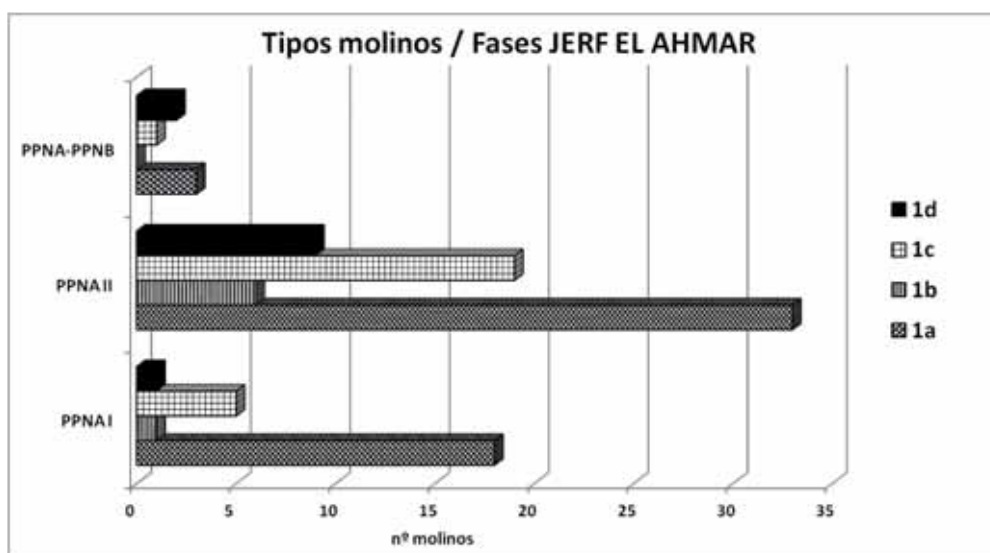


Fig. III.3.19. Gráfico de barras con la distribución absoluta de los tipos de molinos a lo largo de las tres fases principales de ocupación del yacimiento.

Los molinos de vaivén (tipo 1a), utilizados preferentemente en la molienda de granos de cereal, son mayoritarios en las tres fases establecidas en la fig. III.3.19. El tipo 1c es la segunda categoría más documentada en las fases PPNA I y PPNA II; sin embargo, el tipo 1d, que experimenta un aumento notable a finales del PPNA (PPNA II), se convierte en el segundo tipo

más importante de la fase final PPNA-PPNB de ocupación de Jerf el Ahmar. Finalmente, los molinos del tipo 1b (molinos gesto circular) son poco frecuentes al inicio y final de la secuencia, aunque aumentan en número en la fase intermedia, PPNA II.

Los molinos con depresión central o cúpula (tipo 1d) constituyen útiles complejos que deben ser analizados con mayor precisión. Los ejemplares de este tipo recuperados en Jerf el Ahmar se caracterizan por una relativa homogeneidad métrica, selección intencional de los soportes (los molinos de mayor tamaño), y por la aparición de trazas de uso vinculadas a la percusión lanzada y la percusión apoyada. Se trata de un conjunto de artefactos característicos de muchos yacimientos del neolítico en el Próximo Oriente, sobre los cuales resultará altamente interesante realizar análisis de residuos para delimitar mejor su funcionalidad.

Cabe destacar que este tipo de molinos reutilizados, o también denominados *molinos-mortero* (con cúpula central), aparecidos en el yacimiento vecino de Mureybet, se asocian en ocasiones con restos de pigmentos o materiales colorantes en las caras activas de los mismos (Nierlé 1983; 2008, por ej. RMUMO 208), aunque esta asociación es más frecuente en los platos con cúpula de Mureybet que en los molinos con cúpula. Por otra parte, Nierlé (2008) también propone una posible función de los molinos-mortero en el procesado de leguminosas debido al aumento significativo de estos vegetales en el espectro arqueobotánico de Mureybet en la fase III (sobre todo de las lentejas), aunque no hay indicios claros de esta vinculación entre el útil y la materia a procesar. También es relevante la desaparición de este tipo de molinos al final de PPNA-*mureybetiense* (niv.15-18) y en el PPNB antiguo (niv.19), y la presencia de tan sólo dos fragmentos de molino-mortero en el PPNB medio (niv.20) de Mureybet (Nierlé 2008).

Por su parte, Solecki (1969) propone un uso de los molinos-mortero de Zawi Chemi Shanidar (norte de Irak) para el consumo de frutos que necesitan ser machacados, como en el caso de las bellotas. Posteriormente, la misma autora (Solecki 1981) sugiere que la depresión central de este tipo de molinos fuese utilizada a modo de tolva o embudo para evitar que los granos se dispersen al ser molidos.

En otros yacimientos contemporáneos de la misma zona geográfica del norte de Irak (Tell M'lefaat, Nemrik 9 y Qalat Jarmo), Mazurowski (1997)<sup>11</sup> identifica la presencia de cúpulas centrales en una notable variedad de molinos circulares, ovales, planos, etc., algunos de ellos caracterizados por un acabado estético notable, según señala el autor. Las superficies activas de las cúpulas son rugosas, especialmente en la base interior, considerando estas trazas producto del uso y no del proceso de manufactura. Además, se elaboran mayoritariamente con calizas blancas de textura blanda y calizas "arenosas o arcillosas", según describe Mazurowski. La aparición ocasional de estos útiles en espacios interiores de Nemrik 9 les otorga, según el autor, un status de utensilio de uso diario por parte de los habitantes del poblado, asociación que debería documentarse con mayor regularidad para poder ser afirmada. La hipótesis de Mazurowski se basa en que estos útiles con una depresión en forma de bol fueron utilizados en la elaboración de masas (*dough*) de pistacho, de pan, etc. Sin

---

<sup>11</sup> Además de los mencionados en el texto, numerosos yacimientos del Próximo Oriente han proporcionado ejemplares de molinos con cúpulas centrales desde el Natufiense (Wadi el-Hammeh, Eynan y el-Wad), el PPNA (Jericho) y el PPNB (Basta, Beisamun, Bouqras, etc.); mientras que la presencia en periodos posteriores podría deberse a su reutilización como material de construcción, exceptuando el caso de Ali Kosh (Mazurowski 1997:29-31).



embargo, todas estas apreciaciones realizadas por Nierlé, Solecki y Mazurowski no han podido ser contrastadas con datos experimentales o con análisis de residuos, por lo que de momento se trata de propuestas interpretativas sin demostrar.

A partir de esta revisión sobre varios yacimientos del Próximo Oriente, podemos destacar las siguientes características asociadas a este tipo de útil:

- En Jerf el Ahmar y Mureybet (Valle Medio del Éufrates), el tipo 1d de molinos siempre se elabora sobre calizas. En cambio, en los yacimientos del norte de Irak, también se utiliza la arenisca (Tell M'lefaat, Nemrik 9), además de las calizas (Qalat Jarmo) (Mazurowski 1997, Tablas 6-7, 10). En cualquier caso, no se documenta la selección de molinos de basalto para habilitar esta superficie activa secundaria para la percusión lanzada.

- En cuestión de trazas de uso, se constata que, en general, aparecen asociadas trazas de percusión lanzada con trazas de percusión apoyada, patrones que indican técnicas de procesado que buscan desmenuzar y mezclar las sustancias trabajadas. Mazurowski (1997:28) advierte de la presencia de pulidos lustrosos sobre un ejemplar aparecido *in situ* en Nemrik 9, y que el autor asocia al procesado de vegetales tiernos (frutos de pistacho) que requieran de una molienda y un mezclado en un útil en forma de bol.

En conclusión, la morfometría, la manufactura y la gestión del tipo 1d de molinos presenta diferencias respecto al resto de tipos, por lo que es probable que los usos a los que estuvo dedicado también fueran probablemente diferentes. Será a partir del análisis de residuos sobre ejemplares del tipo 1d cuando se podrá avanzar en el conocimiento sobre su funcionalidad en los poblados precerámicos del Próximo Oriente.

En cuanto a la distinción por subtipos de molinos a partir de la morfología del reverso o base (convexa o plana), se ha comprobado que no habría diferencias a nivel de inversión de trabajo ni de técnicas de manufactura entre ambos subtipos. En cambio, sí se han detectado ciertas tendencias entre los tipos de útiles (*ver supra*), que deberán ser puestos en relación con el contexto arqueológico.

Por último, el tamaño de los molinos de Jerf el Ahmar puede constituir otra variable cambiante a lo largo de la ocupación del poblado. El registro de la longitud de los molinos parece experimentar un incremento en la segunda mitad del periodo PPNA del asentamiento, ya que los ítems de más de 350 mm de largo aumentan en este segundo momento de ocupación (Fig.III.3.20). Desgraciadamente, no contamos con molinos enteros datados en la fase de transición PPNA-PPNB para comprobar el progreso de esta tendencia métrica.

	TAMAÑO MOLINOS JERF EL AHMAR	
	Long <350 mm	Long >350 mm
PPNA I	2	3
PPNA II	4	12
PPNA-PPNB	0*	0*

Fig.III.3.20. Tamaño máximo de los molinos a partir de la longitud máxima registrada en las distintas fases de ocupación de Jerf el Ahmar. \*Se han contabilizado los molinos enteros o enteros *frag*. Los molinos de la fase PPNA-PPNB se encuentran fragmentados y no han podido ser incluidos en el análisis.

## 3.2. Las moletas

### 3.2.1. Manufactura, morfometría y tipología de las moletas

Las moletas, ítems activos del equipo de molienda, constituyen la categoría artefactual más numerosa del conjunto de Jerf el Ahmar (el 49,9% del total de ítems, N=208); además, presentan un extraordinario grado de preservación del 75%. Estas circunstancias han permitido realizar un análisis detallado de su variabilidad morfométrica y tecno-funcional. En términos generales, las moletas de Jerf el Ahmar se elaboran exclusivamente sobre cantos de río de formas circulares, ovales y elípticas.

La clasificación por tipos se ha regido, al igual que en los molinos, por el modo de funcionamiento del útil. El primer nivel de clasificación distingue entre las moletas con evidencias de haber realizado un trabajo en pareja (**G1**) y las que parecen haber funcionado como útiles en solitario (**G2**), aunque, en el caso de Jerf el Ahmar, no aparecen ejemplares de este segundo tipo. En el siguiente nivel de clasificación, la morfometría y la traceología han permitido identificar los cuatro tipos de moletas de este primer grupo (Fig.III.3.21.): **1a** (movimiento de vaivén, 41,8%); **1b** (movimiento circular/oblicuo, 1,4%); **1c** (combinación alternativa vaivén + circular/oblicuo, 24,5%); y **1d** (combinación alternativa entre percusión apoyada + percusión lanzada, 16,3%). En este último **tipo 1d** de moletas, se considera un uso combinado alternativo de las diversas caras activas, ya que la utilización de un extremo de la moleta como superficie tipo pilón (percusión lanzada) no invalida la continuación del uso de las caras longitudinales de la misma como superficies activas de molienda (percusión apoyada).

TIPOLOGÍA MOLETAS JERF EL AHMAR							
GRUPO 1					GRUPO 2 / TIPO 2	INDET	Total
	Tipo 1a	Tipo1b	Tipo 1c	Tipo 1d			
N	87	3	51	34	0	33	208
%	41,8	1,4	24,5	16,3		15,9	

Fig.III.3.21. Distribución absoluta y porcentual de los tipos de moletas en Jerf el Ahmar.

En Jerf el Ahmar, la ausencia de moletas del grupo 2, presentes en los otros yacimientos precerámicos analizados aquí (tell Halula y tell Aswad), puede deberse a que se utilizaron otros tipos de instrumentos para realizar actividades de abrasión y pulido de materias variadas (piel, hueso, madera, etc.). Sin embargo, se ha detectado la presencia de un posible pilón-moleta (JF408, fig. III.3.36a-c) con una morfología y trazas distintas al resto del conjunto de moletas; por lo que, junto a la presencia de residuos de materia colorante sobre sus caras activas, nos ha llevado a incorporarlo en la categoría de *otros*, pues no presenta ninguna evidencia de haber participado en tareas de molienda y/o trituración de vegetales.

A nivel funcional, por tanto, los distintos tipos de moletas de Jerf el Ahmar comparten unas características funcionales muy similares (trazas de uso, ver *infra*), distinguiéndose sólo por los modos de funcionamiento sobre el molino.

### *El proceso de manufactura de las moletas*

La selección de la materia prima para la elaboración de las moletas se centra en la recogida de cantos fluviales, principalmente de rocas ígneas (pórfido 27,4%; granito 23,6%; basalto 13,5%), entre otras litologías minoritarias como las rocas metamórficas tipo cuarcita (7,2%) (Fig. 3.3.1). En cuanto a la distribución por tipos de moletas (Fig. 3.3.15), en general se observan prácticamente las mismas tendencias en la elección del tipo de roca; aunque los granitos parecen tener un peso menor en los tipos 1b y 1c, mientras que se detectan más semejanzas entre los tipos 1a y 1d, a excepción de la cuarcita, que se documenta en más moletas del tipo 1c y 1d. La estrategia de abastecimiento de materia prima es claramente de ámbito local, basada en la explotación de las terrazas fluviales de acceso inmediato desde el propio poblado de Jerf el Ahmar ( cap.3.1).

El proceso de manufactura denota, en general, una baja inversión de trabajo en la formatización y preparación de las diversas caras de las moletas, ya que, en un 83,7% de los casos, no se observan trazas de manufactura en el contorno, y, en un 59,1%, tampoco en el reverso (Grado 0 de modificación, Fig. III.3.22). En 15 casos, no se identifican trazas de manufactura ni en el reverso ni en el contorno del útil (ej. JF298, fig. 3.3.20). Las moletas que sí documentan secuencias de preparación presentan un grado 1 de modificación del contorno, principalmente trazas de piqueteado (11,5% de los casos, ej. JF220 fig.3.3.19), y grados 1 y 2 de modificación del reverso (piqueteado y abrasión en el reverso, 10,6%). La presencia de tres ítems con negativos de talla puede deberse a extracciones accidentales producidas durante el proceso de reavivado (piqueteado) de la superficie activa (ej. JF264 Fig.III.3.27). Por otra parte, un 99% de las moletas presentan trazas de piqueteado como preparación y/o reavivado de la cara activa (el 1,4% restante se define como indeterminado por las trazas de desgaste de uso posteriores a la manufactura).

Grado	Secuencias técnicas	Tipos Moletas										
		Moletas		1A		1B		1C		1D		
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Trazas en el contorno	0	<i>Sin modificar</i>	174	83,7	78	89,7	3	100	43	84,3	22	64,7
	1	<i>Talla</i>	2	1							2	5,9
		<i>Piqueteado</i>	24	11,5	7	8,0			6	11,8	8	23,5
		<i>Abrasión</i>	0									
	2	<i>Piquet+Abrasión</i>	2	1,0					1	2,0	1	2,9
		<i>Talla+Piqueteado</i>	1	0,5					1	2,0		
	3	<i>Pulido</i>	0									
		<i>Talla+Piquet+Abra</i>	0									
		<i>Imperceptible</i>	1	0,5							1	2,9
		<i>Indeterminado</i>	4	1,9	2	2,3						
Trazas en el reverso	0	<i>Sin modificar</i>	123	59,1	49	56,3	2	66,7	31	60,8	22	64,7
	1	<i>Talla</i>			3	3,4						
		<i>Piqueteado</i>	12	5,8					1	2,0	3	8,8
		<i>Alisado</i>	1	0,5	1	1,1						
	2	<i>Piquet+Abrasión</i>	22	10,6	9	10,3					6	17,6
		<i>Talla+Piqueteado</i>	0						4	7,8		
	3	<i>Pulido</i>	0									
		<i>Talla+Piquet+Abra</i>	0									
		<i>Imperceptible</i>	48*	23,1	24*	27,6	1*	33,3	15*	29,4	3*	8,8
		<i>Indeterminado</i>	1	0,5	1	1,1						
Trazas en la cara activa		<i>Piqueteado</i>	205	99	87	100	2	66,7	49	96	34	100
		<i>Talla+Piqueteado</i>										
		<i>Indeterminado</i>	3	1,4			1	33,3				
<i>Total</i>			208		87		3		51		34	

Fig. III.3.22. Tabla resumen con las trazas de manufactura observadas en las moletas de Jerf el Ahmar, expresadas de forma unitaria (Moletas) y por tipos de moletas (1A, 1B, 1C y 1D). El \* indica que se han incluido en la categoría *Imperceptible* aquellos útiles con doble cara activa opuestas entre sí.

A nivel tipológico, se observan leves diferencias en el caso de la preparación del contorno, donde destacaría el tipo 1d con diversos casos de modificación mediante talla (5,9%) (por ej. JF286, fig.III.3.27), piqueteado (23,5%), y piqueteado y abrasión (2,9%) (JF311, Fig.III.3.27), probablemente relacionados con los diversos estadios de uso y la preparación de varias caras como superficies activas (reverso, anverso y extremos). El reverso parece recibir secuencias de manufactura ocasionales y similares en los tipos 1a y 1d, y prácticamente ausentes en las moletas del tipo 1b y 1c.

#### *Análisis morfométrico de las moletas*

En términos generales, las moletas de Jerf el Ahmar se elaboran a partir de cantos de río de formas elipsoidales y ovales, sobre los cuales se habilita una superficie aplanada que será accionada mediante percusión apoyada sobre la superficie del molino que le corresponda. Una de las características principales de las moletas de Jerf el Ahmar es el elevado número de ítems con dos caras activas, ya sea mediante caras activas opuestas entre sí (23,1%) o adyacentes (12,5%); incluso un mismo útil puede presentar tres (3,8%) y cuatro (0,5%) caras activas (Fig. III.3.23). A partir de piqueteado, se preparan superficies de percusión apoyada para efectuar actividades de molienda en las dos caras longitudinales del ítem (caras anversa y reversa). En otros casos, también se aprovechan los extremos del mismo útil para habilitar, en ocasiones

mediante piqueteado<sup>12</sup>, superficies que, según las trazas observadas, pueden combinar percusión lanzada tipo pilón con una percusión apoyada.

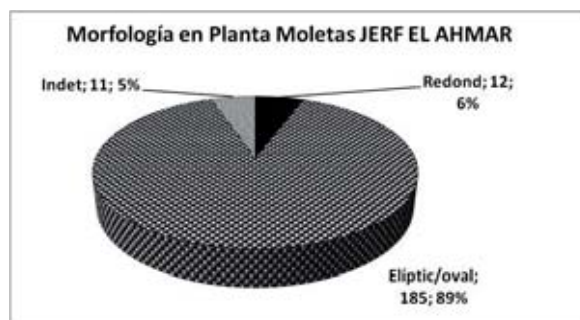


Fig. III.3.23. Arriba, número de caras activas y la relación entre sus localizaciones en las moletas: *op* (caras opuestas) y *ad* (caras adyacentes, es decir, cara anversa y extremo). Abajo, variables métricas de las moletas de Jerf el Ahmar: *Long* (longitud), *Anch* (ancho), *Gros max* (grosor máx.), *Sup Act* (superficie activa).

N° Caras activas	Moletas	%	TIPOLOGÍA MOLETAS									
			1A	%	1B	%	1C	%	1D	%	INDET	%
1	120	57,7	59	67,8	2	66,7	35	68,6			24	72,7
2(op)	48	23,1	26	29,9	1	33,3	15	29,4			6	18,2
2(ad)	26	12,5					1	2,0	25	73,5		
3(2op+1ad)	8	3,8							8	23,5		
4(2op+2ad)	1	0,5							1	2,9		
Indet	5	2,4	2	2,3							3	9,1
<b>Total</b>	<b>208</b>		<b>87</b>		<b>3</b>		<b>51</b>		<b>34</b>		<b>33</b>	

Medida/N	Tamaño Moletas Jerf el Ahmar			
	$\bar{x}$	s.d.	min	max
Long(mm)/169	161,3	34,7	86	278
Anch(mm)/168	92,8	10,8	68	119
Gros max (mm)/167	52,05	13,8	24	95
SupAct(cm <sup>2</sup> )/155	148,0	39,8	63,75	270,3

<sup>12</sup> En la mayoría de casos de moletas del tipo 1d, se trata de superficies de percusión lanzada sin preparación previa a su uso.


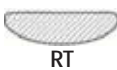










Morfología en sección		MOLETAS		Tipos MOLETAS							
SecTransv	SecLong	N	%	1A		1B		1C		1D	
				N	%	N	%	N	%	N	%
 CX	 RT	24	11,5	13	14,9	1	33,3	3	5,9	5	14,7
 CX	 CX	97	46,6	29	33,3	2	66,7	26	51,0	15	44,1
 CX	 CV	5	2,4	2	2,3			2	3,9	1	2,9
 RT	 RT	49	23,6	28	32,2			13	25,5	8	23,5
 RT	 CV	16	7,7	10	11,5			3	5,9	2	5,9
 RT	 CX	16	7,7	4	4,6			4	7,8	3	8,8
Indet		1	0,5	1							
<b>Total</b>		<b>208</b>		<b>87</b>		<b>3</b>		<b>51</b>		<b>34</b>	

Fig. III.3.24. Variables morfológicas: Arriba, morfología en planta de las moletas; abajo, morfologías en sección de las caras activas de las moletas.

A nivel métrico, se identifica una notable variabilidad general, desde moletas de pequeñas dimensiones (largo 86 mm / ancho 68 mm), a grandes moletas de 278 mm / 119 mm (Fig.3.3.16). Los tipos de moletas permiten observar, al igual que en los molinos, una tendencia hacia la utilización de las moletas de mayor tamaño para elaborar las del tipo 1d; además, en el caso de las moletas de vaivén (1a), éstas también se sitúan habitualmente entre las más grandes. Los extremos activos (percusión lanzada) de las moletas 1d suelen medir 40 mm de largo y 25 mm de ancho, aunque también se documentan ejemplares más grandes de 60-60 mm, y más pequeños de 30-20 mm. Por otro lado, las moletas 1c presentan tamaños relativamente inferiores en la mayoría de los casos, al igual que en dos de los tres casos de moletas del tipo 1b.

En cuestión de formas, vuelve a observarse una notable homogeneidad morfológica, ya que, en un 89% de casos, se trata de moletas de forma elíptica/oval, y tan solo un 6% de las moletas son de tendencia circular (Fig. III.3.24). Las secciones convexas en ambos ejes dominan en un 46,6%, seguidas de las rectas también en ambos ejes (23,6%), y, en menor medida, las moletas que presentan sección transversal convexa y sección longitudinal recta (11,5%). Teniendo en cuenta el tipo de soportes de materia prima utilizado para elaborar las moletas, cantos de río, se considera esta variedad morfológica como un continuo cambio basado en el desgaste y en los episodios de reavivado que experimentan las superficies activas de las moletas. Mediante este desgaste, las morfologías en sección de las caras activas van variando de rectas a convexas o de convexas a rectas en función del molino sobre el que fueron utilizadas.

Además, entre los diversos tipos de moletas se observan proporcionalmente las mismas tendencias morfológicas en sección que las identificadas en el conjunto global de moletas.

Sobre las moletas 1d, destacar que los extremos activos siempre presentan una forma en planta lenticular, por lo que debe tenerse en cuenta al tratar de vincular su uso junto a las cúpulas de los molinos 1d, que son siempre de planta circular. Por último, cabe destacar la presencia de moletas con sección longitudinal ligeramente cóncava (N=21, por ej. III.3.25c), lo cual implica una serie de condicionantes a nivel técnico que serán abordados en el apartado 5 de este capítulo (ver *infra*).

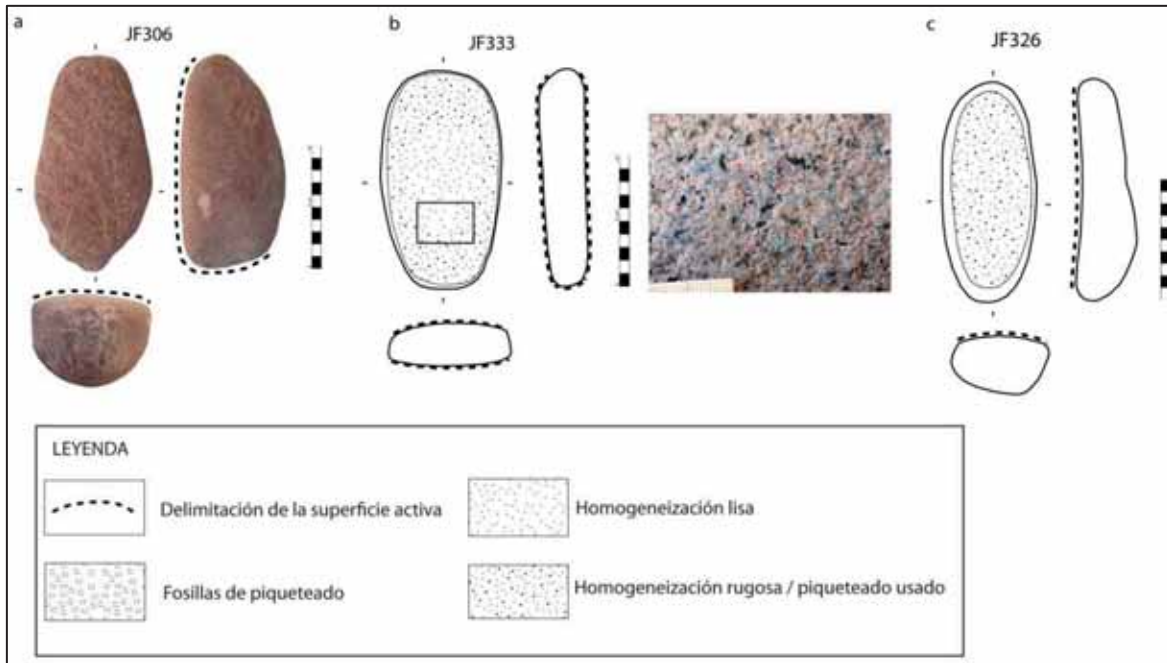


Fig. III.3.25. Moletas con caracteres especiales: a, moleta reaprovechada como percutor; b, moleta con dos caras activas de percusión apoyada opuestas entre sí y una tercera adyacente por percusión lanzada; c, moleta con sección longitudinal cóncava.

### 3.2.2. Caracterización traceológica de las superficies de desgaste de las moletas (niveles de observación 1 y 2)

Como característica general de las moletas de Jerf el Ahmar, cabe destacar que las superficies activas para la molienda ocupan casi siempre toda la superficie del anverso del ítem (y del reverso, en los casos con dos caras activas opuestas), e incluso parte del contorno también se

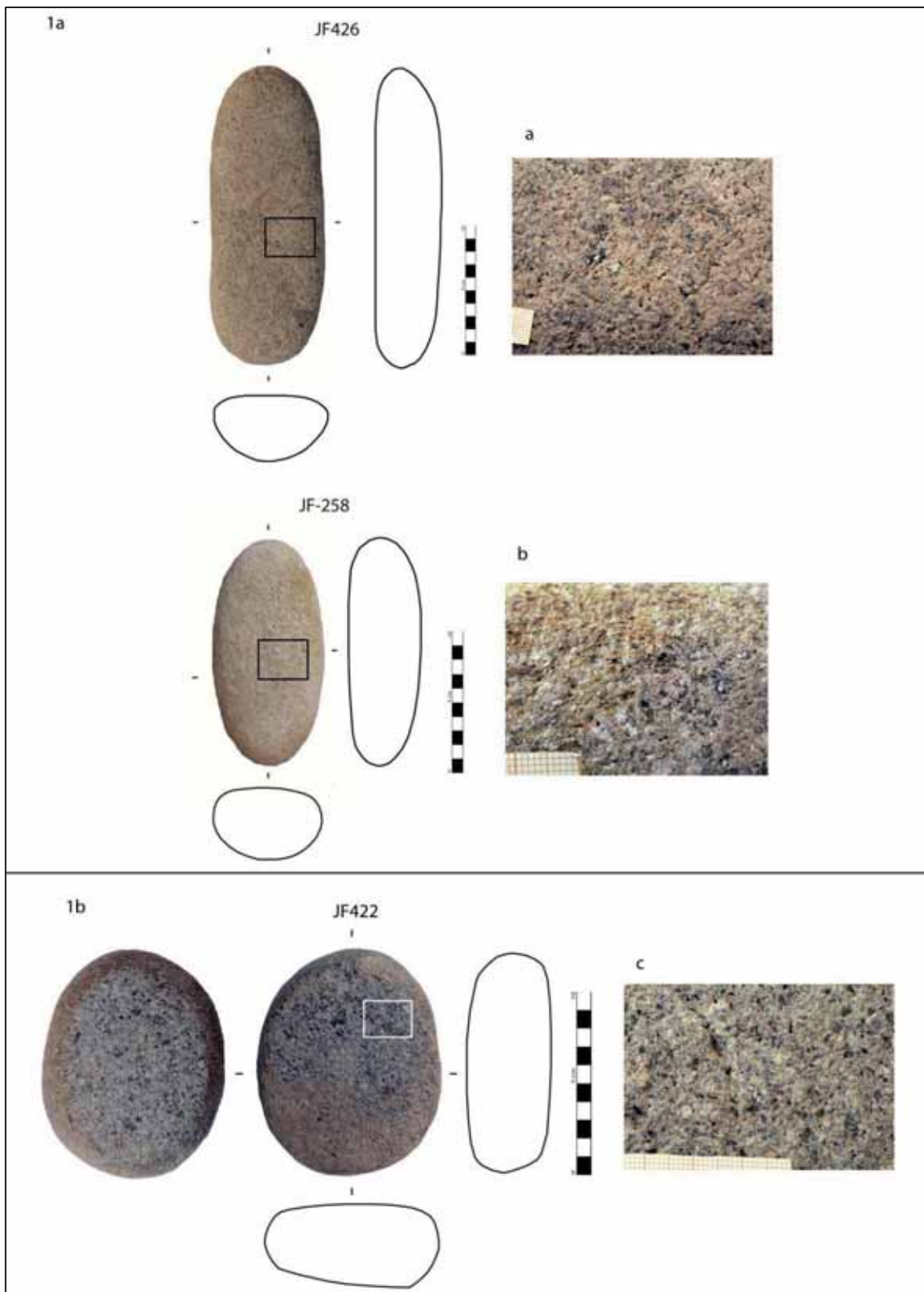


Fig. III.3.26. Ejemplos de moletas tipo 1a y 1b de Jerf el Ahmar. Topografías: a y c, homogeneización lisa; b, homogeneización rugosa.



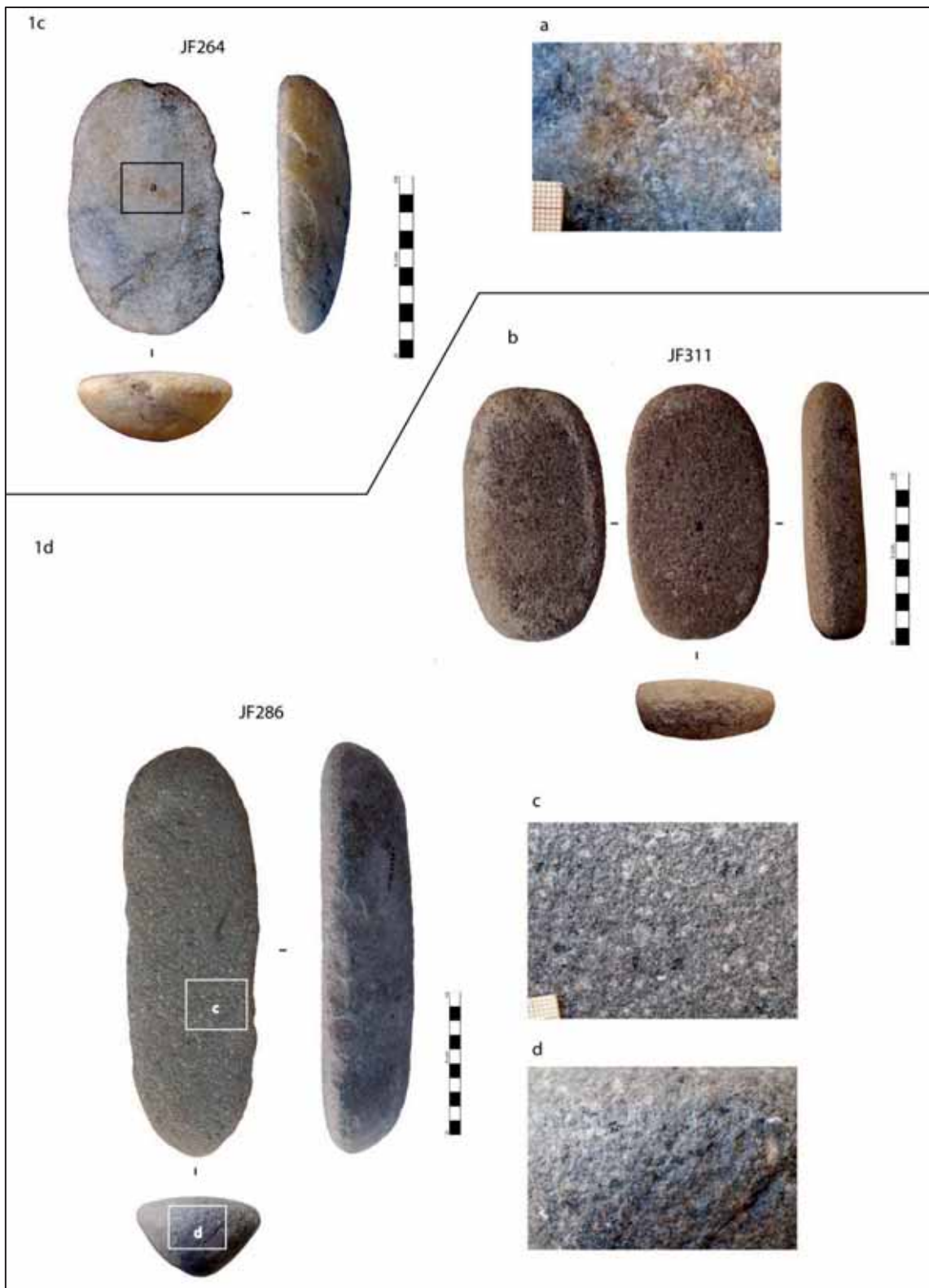


Fig. III.3.27. Ejemplos de moletas tipo 1c y 1d de Jerf el Ahmar. Topografías: a, homogeneización muy rugosa asociada a un piqueteado anterior; c) homogeneización rugosa/parcialmente alisada; d, trazas de percusión lanzada con alisado en las zonas más altas.

encuentra piqueteado para funcionar como superficie activa (fig. JF220, fig.3.3.19). Además, en cuestión de materias primas, las moletas elaboradas sobre materias de granulometría fina, como cuarcita, mármol y basalto compacto (ej. JF414, fig.III.3.28), se caracterizan por unas superficies piqueteadas más intensas que las rocas de granulometría más gruesa, como los granitos, pegmatitas y pórfidos.

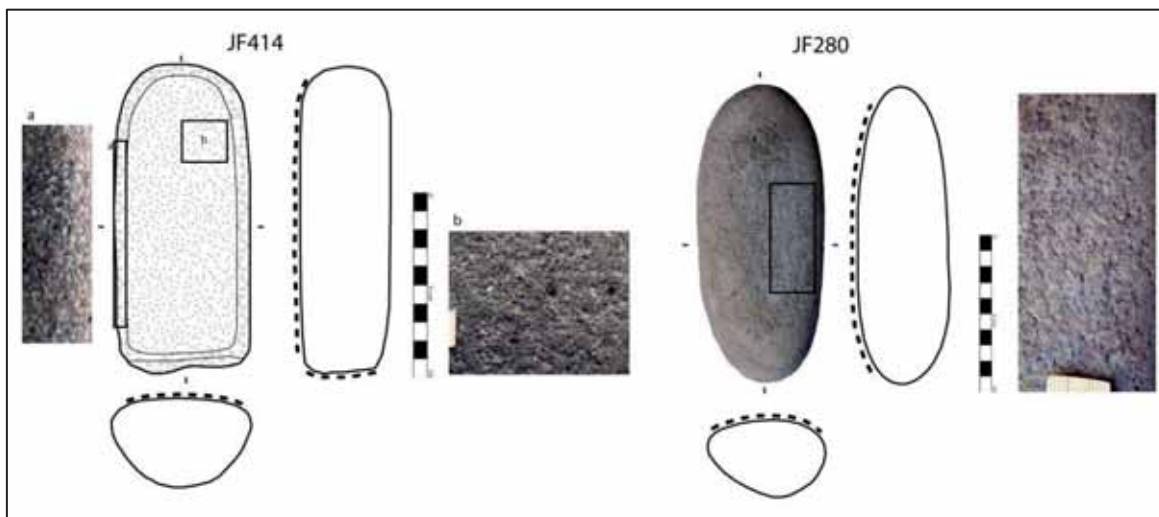


Fig.III.3.28. Moleta JF414 sobre basalto compacto con el reverso y el lateral manufacturado mediante piqueteado, y superficie activa con homogeneización de textura alisada. Moleta JF280 elaborada en pórfido tan sólo con la cara activa piqueteada, el resto del ítem sin modificar.

## MOLETAS GRUPO 1

### Moletas tipo 1a (n=87)

#### *Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

Las superficies activas de las moletas del tipo 1a presentan una serie de rasgos comunes en relación con los patrones de desgaste observados:

- Las **plataformas de homogeneización** se caracterizan por una **textura generalmente rugosa**, en parte debido a la granulometría de las materias primas (pórfido, granito) (Fig.III.3.26b). Pequeñas áreas de **homogeneización lisa** y sección convexa se restringen a las zonas más altas de la topografía (mayor contacto con la superficie del molino). Éstas últimas suelen formarse en el centro de la cara activa (JF197, fig.3.3.18a) en el caso de las moletas de sección convexa, y también en las áreas de mayor contacto con la superficie del molino.
- En todos los casos, se identifica un proceso de **piqueteado intensivo** (fruto del proceso de manufactura y del reavivado de la superficie) que cubre toda la cara activa (ej., JF280, fig.III.3.28). El piqueteado se relaciona también con **microfracturas** en las inclusiones minerales de la roca. Sobre esta base de piqueteado, se desarrollan las plataformas de homogeneización descritas, las cuales se alternan con las fosillas remanentes del piqueteado anterior (JF414, fig.III.3.28).
- Presencia de **trazas lineales** en forma de rascadas irregulares (fig.3.3.18c), o del alineamiento de las fosillas de piqueteado. La orientación de las trazas lineales es transversal u oblicua al eje mayor de la moleta.

A nivel de materia prima, cabe destacar que la formación de platós de homogeneización de textura lisa es más común entre los basaltos compactos y vesiculares, ya que éstos presentan una granulometría más fina que las rocas ígneas intrusivas como el granito o el pórfido.

En cuanto a las moletas con dos caras activas opuestas entre sí, se observa que, en la mayoría de estos ítems, una de las caras ha sido más utilizada (la superficie activa es más extensa, más plana, y se ha reducido más el grosor) que la otra. Además, en diversas ocasiones, se detecta que ambas caras no

estarían en funcionamiento al mismo tiempo, puesto que una presenta un aspecto más alisado y semi lustroso (rozamiento con la mano del usuario) que la otra, con una superficie activa más rugosa.

#### *Nivel 2.- Descripción de las trazas (Microtopografía)*

Las plataformas de homogeneización en las superficies activas de las moletas 1a presentan una microtopografía con **rugosidad media-alta**, dependiendo de las zonas de textura lisa o rugosa. Sobre platós de textura lisa, se observa un nivelado continuo de la matriz y de las inclusiones minerales (Fig. 3.3.23c). Las estrias con orientación transversal aparecen en las zonas de homogeneización lisa.

La microtopografía baja se encuentra prácticamente intacta y corresponde con la base de las fosillas de piqueteado realizado durante la preparación y el reavivado de las superficies activas de las moletas.

Se observa un **desgaste diferencial entre granos de minerales**: La plagioclasa sufre una pérdida notable de materia y arrasamiento hasta el nivel de la matriz (fig.III.3.26b). Microfracturas y extracción de granos de feldespato negro, junto a un arrasamiento de la matriz (fig.3.3.18a).

### **Moletas tipo 1b (n=3)**

#### *Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

Los tres ejemplares incluidos en el tipo 1b presentan, como rasgo característico, plataformas de homogeneización que ocupan toda la superficie activa de planta circular. JF342 y JF422 presentan plataformas de **homogeneización rugosas** con trazas lineales (rascadas y alineamiento de fosillas de piqueteado) de orientación oblicua, sobre los restos de fosillas de piqueteado anterior. Cabe destacar que la segunda cara activa en el reverso de JF422 es mucho más reducida en extensión (menos desgastada que la del anverso, fig.III.3.26). En cambio, en JF265 (Fig.3.3.18e), se observa una plataforma de homogeneización lisa, ligeramente pulida, sin piqueteado anterior y asociada a una gran mancha rojiza en uno de los flancos laterales de la cara activa, interpretada como **restos de pigmento procesado**.

#### *Nivel 2.- Descripción de las trazas (Microtopografía)*

La microtopografía de JF342 y JF422 no presenta diferencias con el tipo 1a de moletas; mientras que, sobre el ítem JF265, la plataforma de homogeneización muestra una **rugosidad de rango medio**.

### **Moletas tipo 1c (n=51)**

#### *Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

Las caras activas de las moletas 1c presentan un patrón de desgaste muy similar a las moletas del tipo 1a (ver *supra*). Como aspecto singular, cabe destacar que las plataformas de homogeneización lisa se encuentran mucho más restringidas a zonas muy concretas (zonas centrales de la cara activa) y observadas en pocos casos; mientras que las **plataformas de textura rugosa** son mucho más abundantes y extensas en todo el conjunto de moletas 1c (fig.III.3.27a).

Las moletas sobre cuarcita y mármol (ej. JF266 y JF272) muestran superficies de piqueteado muy intensas. En estas litologías de fractura concoide, el proceso de **piqueteado genera fisuras** abundantes de aspecto anguloso por toda la superficie manufacturada, las cuales permanecen presentes largo tiempo a pesar del uso como superficies de percusión apoyada (molienda).

En los casos de moletas con dos caras activas opuestas entre sí (ej. JF337, JF358), se observan los

mismos patrones de desgaste que en el tipo 1a (ver *supra*).

*Nivel 2.- Descripción de las trazas (Microtopografía)*

Observaciones equiparables a las plataformas de homogeneización rugosa del conjunto de moletas 1a (ej., fig.3.3.23d-e)

**Moletas tipo 1d (n=34)**

*Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

Los patrones de trazas de uso identificados en las caras anversa y reversa de las moletas del tipo 1d presentan la **alternancia entre plataformas de homogeneización de textura lisa y rugosa** que también caracteriza las moletas del tipo 1a. Notable presencia de superficies con fosillas de piqueteado.

Sin embargo, el conjunto 1d se diferencia por la preparación y uso de una cara activa secundaria destinada a la **percusión lanzada tipo pilón**. Las trazas observadas permiten sugerir varios estadios de uso de estas plataformas de percusión alternativas, ya que se observan moletas con trazas de percusión reducidas que indicarían un uso ocasional como pilón, y otros casos con superficies de percusión mucho más extensas que revelarían una reiterada doble función alternativa del útil como implemento de molienda y de trituración. (fig.3.3.20c).

Las superficies activas en los extremos de las moletas 1d se caracterizan por presentar una **combinación de trazas de percusión lanzada y trazas de abrasión** (percusión apoyada) (fig.III.3.27d), tal y como se identifican en las superficies activas de la mayoría de pilones (ver *infra*). Además, resulta muy significativo que muchas moletas de este tipo (n=10) hayan sido reutilizadas como percutores, ya que presentan trazas de grandes impactos y de extracciones de lascas (fig.3.3.20d) en los extremos activos.

*Nivel 2.- Descripción de las trazas (Microtopografía)*

La microtopografía de las superficies activas de molienda no presenta diferencias respecto al tipo 1a de moletas. En cambio, las superficies activas en los extremos de las moletas 1d se caracterizan por la presencia de microfracturas y fosillas de percusión con el contorno redondeado o desgastado (percusión apoyada).

El útil JF277 (fig.3.3.23h) conserva residuos de un **pigmento rojizo** por varias zonas (anverso, un extremo, reverso) y presenta plataformas de homogeneización de textura lisa que llegan a desarrollar pulidos y estrías en la parte central de la cara activa en el anverso (fig.3.3.23f-g). Estas evidencias indican que el pigmento habría sido procesado mediante percusión lanzada a partir del extremo del útil, y también mediante percusión apoyada para una reducción en partículas más finas, tal y como sugieren las trazas de alisado y pulido en el anverso del artefacto.

***Lectura funcional de las moletas grupo 1: Hipótesis a partir de los niveles 1 y 2 de observación***

A pesar de que no se han podido incluir bloques de granito, pórfido y demás litologías en el programa experimental, los referentes obtenidos sobre basalto (cap. 3.2) permiten realizar una interpretación general de las superficies de desgaste del conjunto de moletas de Jerf el Ahmar. La similitud entre los patrones de trazas de uso en los basaltos y en las demás litologías a escala macroscópica se basa en las siguientes observaciones:

- Superficies de molienda (anverso y/o reverso) en los tipos 1a, 1b, 1c y 1d: presencia mayoritaria de

plataformas de homogeneización de textura rugosa y áreas de piqueteado (manufactura y mantenimiento), que denotan un uso para procesar materias duras y de forma habitual, como el procesado (molienda y/o descascarillado) de granos de cereal. Las superficies de homogeneización lisa se generan en las áreas de máxima fricción con el útil inferior o molino.

- Las superficies activas de las moletas del tipo 1b y 1c destacan por una mayor presencia de texturas rugosas, por lo que pueden ser asociadas de forma alternativa con el procesado de otras materias, como las leguminosas, o con técnicas específicas de procesado de cereales vestidos, como el descascarillado.

- Por otro lado, existen útiles que, ocasionalmente, preservan restos de substancias colorantes (JF265 del tipo 1b, y JF277, del tipo 1d) y que estarían indicando episodios de reutilización de las moletas en otras esferas productivas.

### 3.2.3. Síntesis del análisis de las moletas

El análisis de los cuatro tipos de moletas de Jerf el Ahmar ha aportado los siguientes datos para la caracterización de la producción y la gestión de esta categoría de útil (fig.3.3.17).

#### - *Manufactura y mantenimiento*

Las materias primas utilizadas para la confección de las moletas no presentan distinciones claras en función del tipo de moleta, siendo las más utilizadas el pórfido y el granito, rocas intrusivas de granulometría gruesa, alta resistencia a la fricción y alta capacidad abrasiva. En cambio, como ya se ha destacado, se identifica una gestión ligeramente diferente de las moletas elaboradas en rocas de grano fino, como la cuarcita, el mármol y el basalto compacto, puesto que éstas requieren un mantenimiento (reavivado por piqueteado) de la rugosidad de las superficies activas más reiterado que el resto de litologías.

El proceso de manufactura de las moletas de Jerf el Ahmar sigue un esquema altamente simplificado (baja inversión de trabajo), según el cual la gran mayoría de los ítems solo se modifican en el anverso y en el reverso para habilitar superficies aplanadas y rugosas (piqueteado) que permitan llevar a cabo actividades de molienda.

La cuestión del desgaste entendido como variable relacionada con **la vida de uso** de las moletas permite una aproximación a través de la morfometría de las moletas de Jerf el Ahmar. Al tratarse de cantos de río, los soportes originales debían presentar volúmenes elipsoidales preferentemente, por lo que los útiles que presenten una mayor modificación de la morfología original pueden ser interpretados como los ítems más desgastados.

De esta forma, se comprueba que las moletas de sección RT-RT (caras anversa RT y reversa RT), las cuales constituyen mayoritariamente el grupo de moletas con dos caras activas opuestas entre sí (*double faced*, como denomina Solecki, 1981), son aquellas que también presentan un grosor menor (media 40,5 mm, min.31 mm, máx. 56 mm), y, por tanto, más desgastadas en comparación con las moletas de sección convexa-convexa (media 56,9 mm, min.65 mm, máx.91 mm), que se encuentran menos desgastadas. Basta comparar una moleta de/con dos caras activas de molienda, como la JF220 (fig.3.3.19), con otras moletas casi sin modificar y con una única cara activa, como las JF284 y JF274 (fig.3.3.19a-b).

- Tipología y funcionalidad

Siguiendo la misma propuesta de agrupación de los niveles de ocupación del yacimiento en tres fases, utilizada para el análisis de los molinos (ver *supra*), las moletas del tipo 1a, vinculadas al procesado de granos de cereal, son las más comunes a lo largo de la secuencia de ocupación de Jerf el Ahmar (fig.III.3.29). De igual modo, los tipos 1c y 1d están muy presentes en el PPNA I y PPNA II; aunque el tipo 1d prácticamente desaparece en la fase más reciente de transición PPNA-PPNB. Teniendo en cuenta la doble función de las moletas del tipo 1d, percusión lanzada y percusión apoyada, cabe la posibilidad de que éstas fueran parcialmente sustituidas por pilones al final del poblado. Finalmente, el tipo 1b de moletas se documenta sólo en la fase principal de ocupación del yacimiento (PPNA I), momento en el que todas las categorías de útiles aumentan en número.

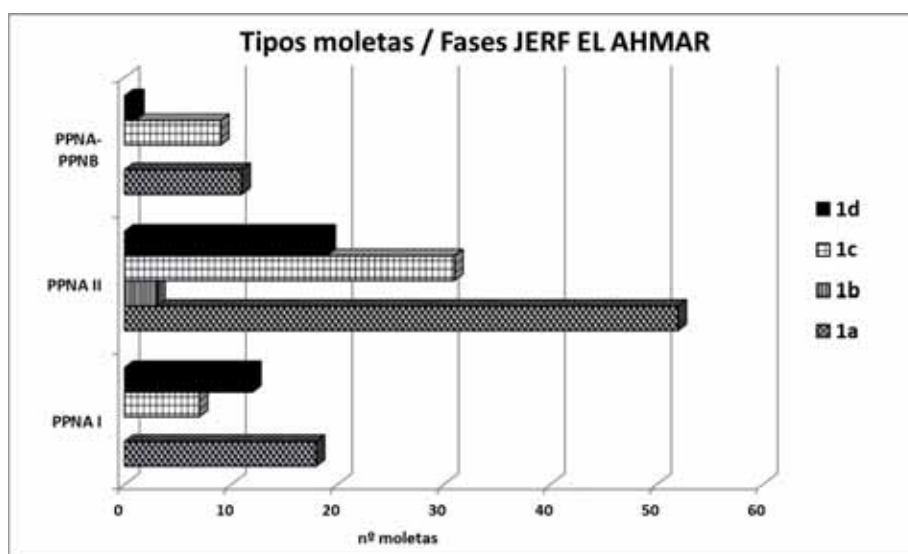


Fig. III.3.29. Gráfico de barras con la distribución absoluta de los tipos de moletas a lo largo de las tres fases principales de ocupación del yacimiento.

	TAMAÑO MOLETAS JERF EL AHMAR	
	Long <160 mm	Long >160 mm
PPNA I	15	19
PPNA II	44	58
PPNA-PPNB	12	8

Fig.III.3.30. Tamaño máximo de las moletas a partir de la longitud máxima registrada en las distintas fases de ocupación de Jerf el Ahmar. Se han contabilizado las moletas enteras o enteras *frag*.

Al igual que los molinos, las moletas de mayor tamaño (>160 mm, siendo 160 la media aritmética del conjunto) experimentan un aumento en la segunda fase del PPNA; mientras que disminuyen en número al final de la secuencia, en la fase de transición PPNA-PPNB (fig.III.3.30).

## 4. Análisis de la manufactura, uso y mantenimiento del utillaje de trituración en Jerf el Ahmar

### 4.1. Los morteros: Manufactura, tipología y análisis funcional

Los útiles incluidos en la categoría de morteros (N=10) corresponden a aquellos que presentan evidencias de haber realizado un trabajo de percusión lanzada principalmente, en combinación con percusión apoyada circular. Exceptuando un molino-mortero (JF427) con características especiales, los morteros de Jerf el Ahmar se encuentran todos fragmentados, son de planta circular u oval y destaca la presencia ocasional de cúpulas en el fondo de la cara activa (n=3). El reducido número de efectivos debe relacionarse con la presencia de molinos del tipo 1d descritos anteriormente y que fueron utilizados, en segundo término, como morteros de pequeñas dimensiones.

#### 4.1.1. *Manufactura de los morteros*

Respecto a las materias primas identificadas en los morteros, éstas no difieren del conjunto de litologías registradas en los molinos de Jerf el Ahmar: calizas de tipo *packstone* (n=4), *mudstone* (n=1), creta (n=1), calizas de tipo indeterminado (n=3) y un ejemplar de basalto compacto (n=1) (Fig.3.3.1). En este sentido, se considera que la disponibilidad de las rocas calizas en el asentamiento de Jerf el Ahmar, unido a su aptitud y facilidad para ser manufacturada, constituyen los factores decisivos para la elección de esta roca como materia prima principal para elaborar los morteros de este poblado.

El proceso de manufactura de los morteros plantea las posibilidades técnicas mencionadas previamente en el análisis de las cúpulas de los molinos 1d (ver *supra*). Si bien las concavidades de reducida profundidad pueden elaborarse mediante secuencias de piqueteado intensivo con un percutor duro, los morteros de mayor profundidad (a partir de 100 mm, siguiendo la propuesta tecno-funcional de Procopiou 1998:83) sugieren un trabajo de manufactura por medio de la percusión directa e indirecta, o la combinación de piqueteado y talla (Schneider & Osbourne 1996; fig.II.3.1). Las características (planta alargada) del molino-mortero JF427 (Fig.III.3.32) sugieren la posibilidad de que el artefacto funcionara, en primer lugar, como un molino, y que, posteriormente, adquiriera el doble status de molino-mortero, gracias a la profunda concavidad de su cara activa. En lo concerniente a la preparación de las superficies exteriores de los morteros, se han observado trazas de talla y piqueteado tanto en la pared externa, como en la base de los morteros.

#### 4.1.2. *Tipología y funcionalidad de los morteros*

En el caso de los morteros de Jerf el Ahmar, el alto grado de fragmentación de los ítems, así como la presencia de gruesas concreciones, han dificultado enormemente la observación de trazas de uso sobre las superficies activas conservadas. Sin embargo, en base a la propuesta tipológica del cap.2, distinguimos dos grupos (Grupo 1 y Grupo 2), según los modos de funcionamiento, y dos tipos dentro del Grupo 1, diferenciados a nivel métrico (fig.III.3.31).

MORTEROS JERF EL AHMAR									
		N°Invent	Preserv	Materia Prima	Métrica		Manufactura		
					Prof CV (mm)	Diámetro interior (mm)	Trazas pared externa	Trazas base	Cúpula
Grupo1	Tipo 1 (prof.0-100mm)	JF55	Frag	Caliza <i>Packst</i>	50*	160*	Sin modificar	Piqueteado	
		JF89	Frag	Caliza indet	85*	200	Talla	Talla	
		JF140	Frag	Caliza <i>Packst</i>	92*	170	Talla+piquet+alisad	Imperceptible	
	Tipo 2 (prof. >100mm)	JF116	Frag	Caliza indet	172	290	Talla	Talla	Sí
		JF162	Frag	Caliza indet	180	—	Talla	Imperceptible	Sí
		JF67	Frag	Caliza <i>Packst</i>	187	200*	Talla	Talla+piqueteado	
Grupo 2	JF427	Entero	Caliza <i>Packst</i>	130	200	Talla	Talla		
Fracturados	JF65	Frag	Caliza <i>Muds</i>	—	—	Talla	Imperceptible	Sí	
	JF121	Frag	Caliza creta	—	—	Indet	Indet		
	JF128	Frag	BAC	—	—	Piquet+alisado	Piquet+alisado		

Fig. III.3.31. Tabla resumen con las principales características de los morteros de Jerf el Ahmar. El signo\* indica los ítems que por fracturación no han podido ser medidos por completo.

Debido a la difícil conservación de los morteros, los valores obtenidos tras el análisis métrico deben considerarse como orientativos y no como valores absolutos. Teniendo en cuenta estas limitaciones, el registro de la profundidad de la superficie activa del **Grupo 1** permite proponer una clasificación provisional entre:

- **Tipo 1)** morteros prof. 0-100 mm (N=3). Los fragmentos de superficies activas conservados en ítems de este grupo corresponden a las paredes internas de los morteros, donde se aprecian superficies de homogeneización rugosa en JF140 (fig.3.3.24b), y zonas más alisadas en el interior de JF55 (Fig. III.3.32). A modo de hipótesis preliminar, basada en estos pocos datos, se plantea la posibilidad de que este tipo de morteros de pequeñas dimensiones fuese utilizado en tareas de mezclado y trituración o pulverización de sustancias de materias variadas (vegetales, minerales, etc.).

- **Tipo 2)** morteros prof. >100 mm (N=3). Todos los ítems de este tipo presentan gruesas concreciones (JF162, fig.III.3.32; JF67, fig.3.3.24c), por lo que resulta imposible formular hipótesis funcionales al respecto.

Ambos tipos de morteros del Grupo 1 no parecen presentar variaciones significativas a nivel de materia prima ni de trazas de manufactura.

Por su parte, el **Grupo 2** está formado únicamente por el ejemplar de molino-mortero JF427 (Fig. III.3.32), de grandes dimensiones (superficie activa de molienda = 500 mm, concavidad del mortero=200 mm), el cual, desgraciadamente, también ha sufrido la formación de concreciones en la cara activa.

Por último, se documenta un subgrupo de tres ítems con una **cúpula central**, semejante a la habilitada en los molinos del tipo 1d: el mortero JF65, con una superficie interna formada por una plataforma de homogeneización muy rugosa (Fig.3.3.24d), y los ejemplares JF162 y JF116, con toda la superficie activa profundamente concrecionada.



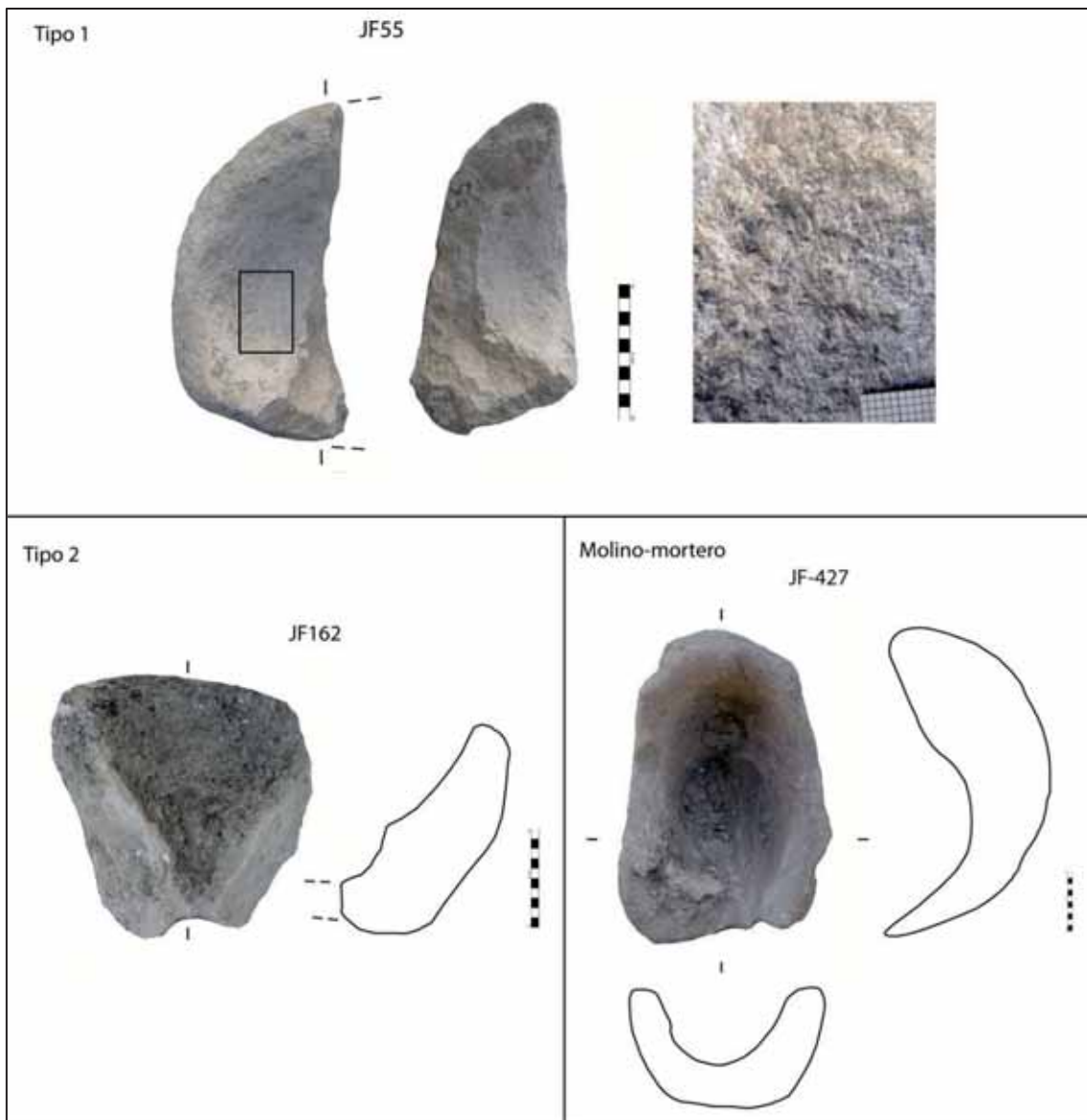


Fig. III.3.32. Ejemplos de morteros de Jerf el Ahmar. Tipo 1: JF55, homogeneización rugosa en la cara interna. Tipo 2: JF162, con evidencias de una cúpula en el fondo de la cara activa, cubierta por una concreción gruesa. Molino-mortero JF427, concreción en la cara activa.

#### 4.2. Los pilones: Manufactura, tipología y análisis funcional

Los pilones en Jerf el Ahmar (N=32) presentan un alto grado de conservación (71% enteros), en parte relacionado con el tipo de rocas sobre las cuales están confeccionados, ya que muestran una alta resistencia a la fractura. Los pilones son útiles de morfología alargada que presentan una cara activa de percusión lanzada en una (o en dos) de sus extremidades. En ocasiones, la poca inversión de trabajo en la manufactura de los pilones y las superficies activas irregulares pueden implicar problemas a la hora de diferenciar entre pilones y percutores alargados (Procopiou, com. pers.).

#### 4.2.1. *Manufactura de los pilones*

La obtención de la materia prima es muy similar a la observada en las moletas, con la única diferencia que se observa una selección de cantos cilíndricos que impliquen un menor trabajo de manufactura. Las litologías principales corresponden a rocas ígneas como el basalto compacto (48,4%), la roca más utilizada para los pilones, el basalto vesicular (4,5%) y el pórfido (16,1%), así como algún ejemplar de rocas metamórficas, principalmente cuarcita (9,7%) (fig.3.3.1).

Un pilón recuperado en proceso de fabricación, JF351 (procedente del nivel V/E), permite realizar una aproximación a la manufactura de esta categoría de útiles (fig. III.3.34). Se observa un primer desbastado mediante talla por casi todo el contorno, seguido de un proceso, en este caso inacabado, de piqueteado para regularizar la superficie y eliminar las aristas de los negativos de las extracciones. Cabe destacar que el proceso de talla del contorno se documenta tan sólo en cuatro ejemplares (Fig. III.3.33), pues la mayoría presenta directamente trazas de piqueteado, o la superficie sin modificar (fig.3.3.25f). La cara activa puede ser formateada a partir de un piqueteado intenso para aplanar y homogeneizar la superficie, y, a su vez, obtener una topografía rugosa y abrasiva. Sin embargo, la mayoría de los pilones de Jerf el Ahmar no presentan trazas de uso en las caras activas, sino que la superficie plana o convexa fue creándose a través de su uso. Finalmente, una última secuencia de alisado mediante abrasión puede llevarse a cabo en el contorno del pilón para facilitar la prensión del artefacto.

#### 4.2.2. *Tipología y funcionalidad de los pilones*

En primer lugar, se han diferenciado dos grupos principales de pilones en función del número de caras activas: El Tipo 1 con una cara activa y el Tipo 2, con dos o más caras activas, que se caracteriza por un aprovechamiento más intenso del útil al habilitar más de una cara activa en el mismo artefacto. Se han registrado un total de 14 pilones con una cara activa (Tipo 1, fig.3.3.25a-d), y 14 ítems con dos caras activas (fig.3.3.25f-j), ya sean opuestas entre sí (una cara activa de percusión en cada uno de los dos extremos del útil) o adyacentes (una cara activa principal de percusión lanzada en un extremo, junto a una cara activa de percusión apoyada en una de las facetas laterales) (Tipo 2). Por último, aparece un ejemplar (JF388, Fig. III.3.34b) con dos caras activas de percusión opuestas y dos superficies laterales con ranuras de pulido y/o abrasión. No se observan diferencias significativas en cuestión de manufactura de ambos tipos, por lo que se considera que cada bloque de materia prima pudo requerir diferentes secuencias de preparación (piqueteado y abrasión, talla y piqueteado, sólo piqueteado, o ninguna modificación).

A nivel métrico, los pilones de Jerf el Ahmar presentan una longitud media de 184 mm, y, en general, se observa un *continuum* métrico entre pilones de 105 mm hasta los 285 mm de longitud. Se observa una cierta tendencia a utilizar los pilones de entre 140-220 mm de longitud como útiles con dos caras activas en cada extremo. En el grupo de pilones con una única cara activa, las superficies activas presentan formas en planta esencialmente circulares u ovals, y morfologías en sección planas (N=5) y convexas (N=4); mientras que los pilones con dos caras activas presentan la combinación de caras activas opuestas entre sí con formas convexa-convexa (N=5) y plana-plana (N=3).

		PILONES JERF EL AHMAR											
Nº C. Act	Nº Inven	Preserv.	Longitud máx. (mm)	Grosor máx. (mm)	Materia Prima	Manufactura		Caras Activas en los extremos					
						Trazas contorno	Trazas talón	Morfo. Sec. C. Act1 (C. Act2)	Long. C. Act1 (mm)	Anch. C. Act1 (mm)	Trazas de uso	Reutilización	
Tipo 1 (una cara activa)	JF397	Entire	105	80	Granito	Sin modificar	Talla	PL	80	65	HR + HL		
	JF404	Entire	139	72	BA C	Piquet+abras	Piquet+abras	PL	70	50	HR		
	JF405	Entire	143	40	BA C	Piquet+abras	Piquet+abras	PL cont CX	30	33	HL		
	JF234	Frag	144*	92	BA C	Indet	Indet	Indet	60	58	Indet		
	JF381	Entire	166	73	BA C	Piqueteado	Piqueteado	PL	73	65	HR		
	JF402	Entire	170	70	BA VI	Piquet+abras	Piquet+abras	CX	55	50	HL		
	JF400	Entire	175	80	Porfido	Sin modificar	Sin modificar	CX	31	20	Impactos		
	JF331	Frag	195*	93	Cuarcita	Piqueteado	Sin modificar	PL	61	55	HR		
	JF380	Entire	200	71	BA C	Talla+piqueteado	Piqueteado	PL	50	45	HR + impactos		
	JF398	Entire Frag	215	76	Intrus indet	Sin modificar	Imperceptible	PL cont CX	35	31	HR + 1 extrac	Percutor	
	JF406	Entire Frag	220	70	BA C	Piquet+abras	Talla	CX	70	70	HR	Percutor	
	JF393	Entire	230	85	BA C	Piquet+abras	Alisado	PL cont CX	52	52	HR - HL		
	JF392	Entire	270	79	BA C	Sin modificar	Sin modificar	CX	45	40	HR		
	JF351	Entire	285	99	BA C	Talla+piqueteado	Talla	PL	48	45	Sin usar		
Tipo 2 (dos caras activas o más)	2 (opuestas)	JF407	Entire	141	82	Porfido	Sin modificar	(2ª cara act)	CX (CX)	65	53	HR	
		JF394	Entire Frag	150	81	BA C	Piqueteado	(2ª cara act)	CX (Irreg)	65	35	HR + extracciones	Percutor
		JF401	Entire	150	80	Conglom.	Sin modificar	(2ª cara act)	Irreg (CX)	34	18	Impactos	
		JF390	Entire Frag	160	75	BA C	Sin modificar	(2ª cara act)	PL cont CX (Irreg)	44	32	HL + 4 extrac	Percutor
		JF387	Entire	175	70	BA C	Talla+Piquet+Abras	(2ª cara act)	PL cont CX (PL)	51	46	HL + 2 extrac	Percutor
		JF395	Entire	177	70	BA C	Piquet+abras	(2ª cara act)	PL (PL)	55	50	HR	
		JF382	Entire	179	65	BA C	Piquet+abras	(2ª cara act)	PL cont CX (CX)	64	60	HL	
		JF385	Entire	183	80	Porfido	Sin modificar	(2ª cara act)	CX (CX)	60	37	HR + impactos	
	2 (adyacentes)	JF378	Entire	210	91	Porfido	Piqueteado	(2ª cara act)	CX (CX)	60	55	HR	
		JF379	Entire	223	73	BA VI	Piquet+abras	(2ª cara act)	PL (PL)	65	50	HL	
		JF403	Entire	148	90	Intrus indet	Sin modificar	Sin modificar	PL (CX)	80	50	HR	
		JF391	Entire	150	90	Caliza	Piqueteado	Piqueteado	PL (PL)	84	69	HR	
		JF399	Entire	260	91	Porfido	Piqueteado	Sin modificar	CX (CX)	50	30	HR + impactos	
		JF388	Entire	116	55	Cuarcita	Sin modificar	(2ª cara act)	CX -CX)	30	25	HR	
Grupo mixto (una o dos caras act)	JF384	Frag	91*	-	BA C	Piqueteado	Imperceptible	Indet	-	-	-		
	JF389	Frag	140*	71	BA C	Talla+Piquet+Abras	Imperceptible	CX	45	45	HR		
	JF386	Frag	170*	80	Porfido	Piquet+abras	Piquet+abras	Indet	-	-	-		
	JF396	Entire Frag	230	84	Indet	Piqueteado	Sin modificar	CX	55	50	HL 2 extrac	Percutor	

Fig. III.3.33. Tabla resumen con las principales características de los pilones de Jerf el Ahmar. Grupo 1 con una única cara activa; Grupo 2 con dos caras activas (*op*=caras opuestas; *ad*=adyacentes); Grupo mixto, ítems fracturados que podrían tener una o dos caras activas. Los valores de longitud máxima marcados con un \* corresponden a ítems fracturados. Morfología cara activa: PL=plana; CX=convexa; PL con CX=plana y contorno convexo. Trazas de uso: HL=Homogeneización lisa; HR=Homogeneización rugosa; Extrac=extracciones de lascas; Impactos (de percusión).

La observación de las trazas de uso en las caras activas de los pilones permite vincular estos artefactos con actividades de percusión lanzada (HR=homogeneización rugosa e impactos de percusión), así como también con actividades de percusión apoyada (HL=homogeneización lisa). Por ello, una primera propuesta funcional para los pilones de Jerf el Ahmar<sup>13</sup> los relacionaría con tareas de pulverización, mezclado y trituración de substancias variadas (HL n=6; HR+HL n=2), así como también con tareas de partir y triturar en partículas pequeñas materias de consistencia más dura (HR n=15). Cabe destacar la reutilización de estos ítems como percutores, tal y como indican las fracturas extensas y las extracciones observadas en las caras activas de seis pilones de Jerf el Ahmar (por ej. JF396, fig. III.3.34).

<sup>13</sup> Por el momento, no se ha llevado a cabo una experimentación centrada en útiles de percusión lanzada como los pilones y morteros. Por lo tanto, esta propuesta funcional debe considerarse provisional hasta la realización de un referencial experimental sólido sobre superficies de percusión lanzada.

Finalmente, se han identificado 4 pilones con superficies activas en el lateral del ítem, superficies adyacentes a las caras activas de los extremos. Se trata de superficies utilizadas mediante percusión apoyada (tipo moleta o alisador), a excepción del ítem JF388, el cual

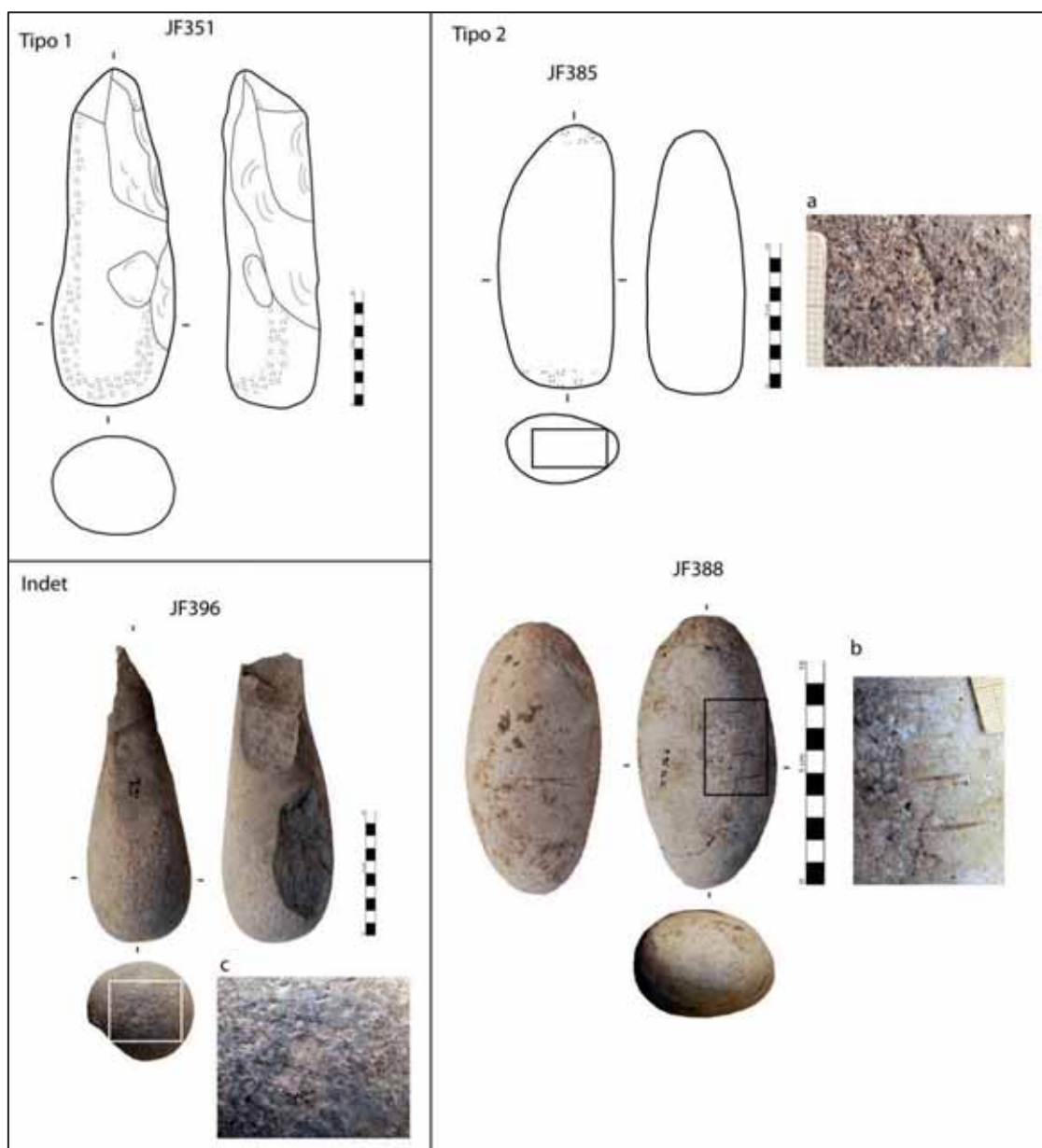


Fig.III.3.34. Ejemplos de pilones del tipo 1 y del tipo 2 de Jerf el Ahmar, y un ejemplar de tipo indeterminado reutilizado como percutor. Topografías: a, homogeneización rugosa; b, surcos transversales; c, homogeneización lisa.

presenta varios surcos de varios centímetros de largo que podrían haber sido destinados como afiladores o pulidores de objetos apuntados o biselados (Fig.III.3.34b).

A partir de esta primera caracterización de los pilones de Jerf el Ahmar, se puede destacar el alto grado de aprovechamiento de estos útiles, con varias caras activas en muchos de los artefactos, los cuales podrían tildarse de **multifuncionales**, dada la combinación de trazas de percusión lanzada (triturar, partir, percutir) y percusión apoyada (mezclar, desmenuzar, remover).

## 5. Correspondencia funcional molinos – morteros – moletas – pilones: Modos de aparejamiento

En primer lugar, la complementariedad a nivel de materia prima entre molinos y moletas (ver *supra* apartado 2) se considera la causa de los elevados ritmos de desgaste de los molinos en caliza, y, por tanto, del elevado número de molinos respecto al número de moletas (1,7:1) documentados a lo largo de la secuencia de ocupación de Jerf el Ahmar. El desgaste de las superficies de caliza (molinos) en contacto con superficies de rocas ígneas y metamórficas (moletas), así como los constantes episodios de mantenimiento por reavivado que requiere una roca con tan poca capacidad abrasiva como la caliza, serían los causantes de los elevados ritmos de erosión de los molinos, que se traducen en profundas concavidades y numerosas fracturas por desgaste.

Por otro lado, cabe destacar que la distribución numérica por tipos de las moletas de Jerf el Ahmar se relaciona significativamente con la distribución por tipos de los molinos (Figs. III.3.5 y III.3.21). De esta forma, se registra una presencia mayoritaria de implementos de vaivén (1a), seguida del tipo combinado vaivén + circular/oblicuo (1c), leve presencia de equipos funcionando exclusivamente mediante movimiento circular/oblicuo (1b), y, por último, notable presencia de útiles con varias caras activas combinando la percusión apoyada para efectuar actividades de molienda, junto a la percusión lanzada para realizar actividades de trituración tipo mortero-pilón (1d).

La complementariedad a nivel morfométrico entre molinos 1d (con cúpula) y moletas 1d (con extremos activos para percutir) se consigue a nivel métrico; es decir, los extremos activos de las moletas 1d caben dentro de la mayoría de cúpulas de los molinos 1d. Ahora bien, se registra cierta incompatibilidad a nivel morfológico, ya que los extremos activos de las moletas presentan planta lenticular u oval, mientras que las cúpulas de los molinos 1d son siempre circulares. Por este motivo, resulta más compatible que los molinos 1d fueran accionados con pilones, útiles de percusión con caras activas de tendencia circular.

El análisis conjunto del equipo de molienda de Jerf el Ahmar ha permitido formular una hipótesis general sobre el proceso de manufactura y uso de molinos y moletas trabajando en pareja mediante percusión apoyada. Tal y como se ha indicado en el apartado sobre la manufactura de los molinos de Jerf el Ahmar, en los tipos 1a, 1b, 1c y 1d (1d en su primer estadio de uso para la molienda) de molinos, la profundidad de la concavidad de la cara activa es debida a un uso prolongado del útil, sumado a las reiteradas secuencias de reavivado del útil. De esta forma, queda descartada la creación intencional de la concavidad de los molinos durante el proceso de manufactura. Tal hipótesis se fundamenta en cuatro argumentos principales:

- Las características petrográficas de la caliza (dureza 3 en escala de Mohs), sobre la cual están manufacturados el 94,6% de los molinos, favorecen un desgaste rápido y una elevada pérdida de materia durante el uso del instrumento en relación con otras litologías. Por este motivo, no parece efectivo, en términos funcionales, reducir el grosor del molino mediante la creación intencional de una concavidad en la cara activa, ya que de esta forma se estaría reduciendo a su vez la vida de uso del ítem. El elevado número de molinos agotados sustentaría esta formulación sobre el origen de las concavidades.

- La omnipresencia de las superficies de piqueteado también sobre las moletas de rocas duras puede estar relacionada con una capacidad abrasiva muy baja de los molinos de caliza sobre los cuales son utilizadas las moletas. Esta conjunción petrográfica obliga a realizar episodios de reavivado continuos, no sólo en molinos, sino también en moletas. El mantenimiento de la rugosidad en ambos artefactos de molienda no haría más que acelerar el desgaste de las superficies de los molinos en caliza.

- La variabilidad morfológica en sección de los tres tipos de molinos (RT, CV) es interpretada como un *continuum* de un mismo proceso de desgaste por uso/reavivado, y no a una variación tipológica que los distinguiría durante el proceso de manufactura. Esta observación se basa en la existencia de molinos de sección plana que presentan un grosor notable, lo cual indica el estadio de uso poco avanzado en el que se encuentran (es decir, poco desgastados, como JF106, JF109, JF11, JF 165, etc.).

- Las moletas con dos caras activas sugieren también una adaptación constante a las caras activas de los molinos. Se documentan moletas con dos caras activas opuestas entre sí que presentan una de sus caras plana y, la otra, convexa con los bordes piqueteados. Esta combinación podría indicar que las caras activas de las moletas, manufacturadas sobre rocas más duras que la caliza de los molinos, fueron adaptándose progresivamente a la morfología cambiante de los molinos (de planos a cóncavos) en función de su desgaste. En este sentido, cabe recordar a V. Roux (1986:37) cuando describió el proceso de desgaste de los molinos de planos a cóncavos, y como se va reduciendo la superficie activa del molino durante el transcurso de su uso.

A partir de esta hipótesis sobre la evolución del desgaste entre molinos y moletas, la correspondencia morfométrica entre ambas categorías de útiles puede realizarse considerando los diversos estadios de uso de los útiles (Fig.III.3.35).

Como vemos en la segunda fila de la fig. III.3.35, la presencia de moletas con extremos activos (tipo 1d) también se relaciona con el ciclo de uso de los molinos. La relación métrica entre las moletas y la reducida anchura de las caras activas de los molinos de concavidad más acusada hace pensar que se empezarían a utilizar los extremos de las moletas, una superficie de abrasión/percusión mucho más reducida que el anverso, y apta para el interior de la concavidad de los molinos más desgastados. Existen paralelos etnográficos de este tipo de moletas en el poblado de Tichitt (Roux 1985), los cuales pueden ofrecernos algunos ejemplos de cómo serían accionadas este tipo de moletas con más de una cara activa.

Por último, respecto a los modos de apareamiento de los equipos de molienda, sorprende la aparición de 21 moletas ligeramente cóncavas en sección longitudinal, mientras que no se ha registrado ningún molino de sección transversal convexa que pudiera ser utilizado con moletas de este tipo. Es posible que existiera una función diferente y desconocida para estas moletas (de tipo alisador, etc.), o que los molinos convexos anteriormente utilizados con estas moletas se hubieran transformado en molinos cóncavos, mientras que estas moletas se habrían desechado o reutilizado para otras actividades.

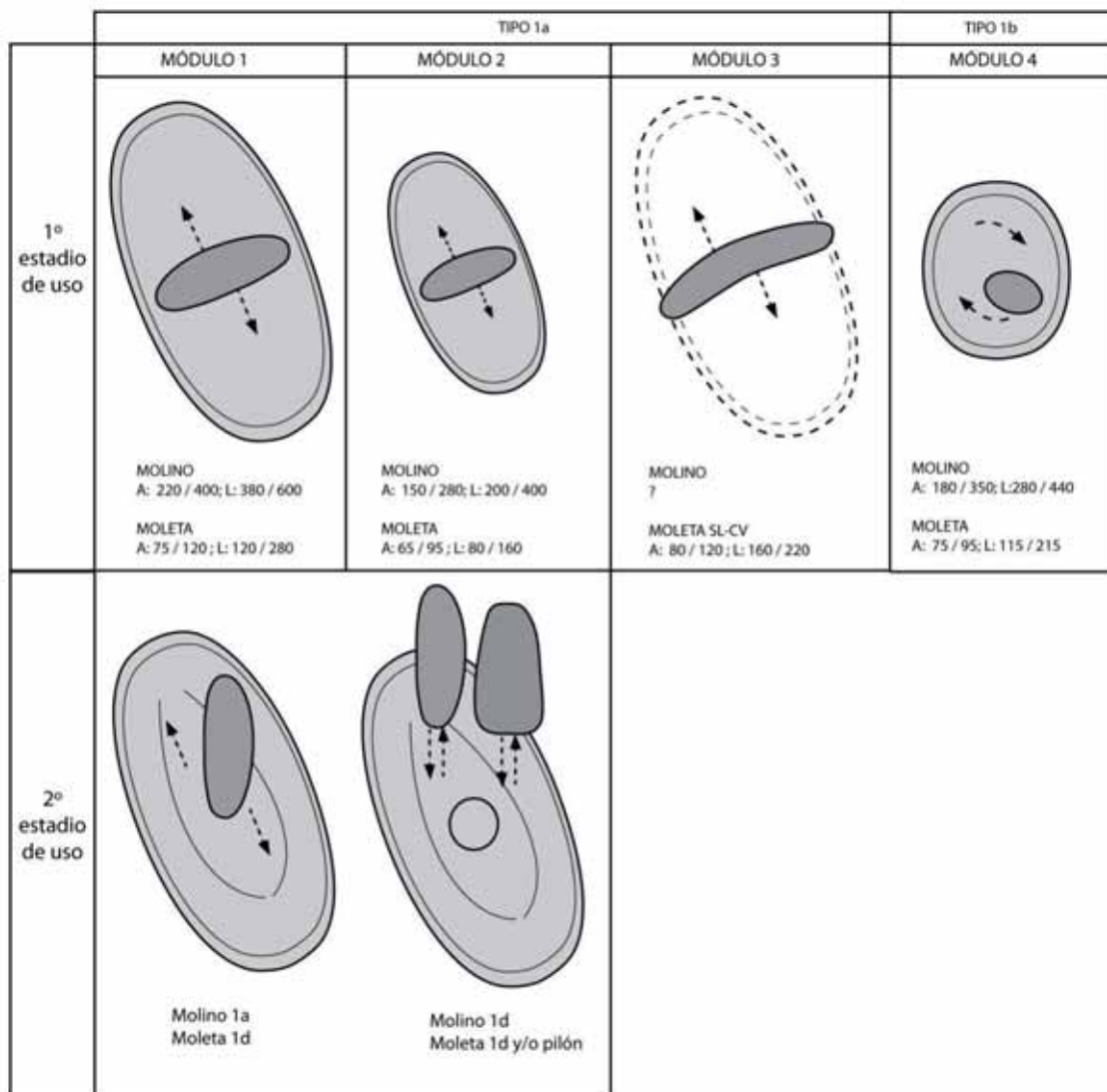


Fig. III.3.35. Propuesta de modos de aparejamiento entre molinos, moletas y pilones a lo largo de dos estadios de uso de los artefactos de Jerf el Ahmar. Destaca la inexistencia de molinos de sección transversal convexa que debieron funcionar con las moletas de sección longitudinal cóncava (SL-CV) recuperadas en este poblado. Nótese que, en el segundo estadio de uso de los molinos 1a y 1d, la profundidad de la cara activa ha aumentado.

Por su parte, los 10 morteros conservados de Jerf el Ahmar pudieron ser perfectamente utilizados con el conjunto de pilones atendiendo a su relación morfométrica. Ningún pilón supera los 85 mm de diámetro máximo, por lo cual podrían ser accionados en los morteros tanto del Tipo 1 y como del Tipo 2.

## 6. Otros útiles (n=4)

Los útiles analizados en el estudio de Jerf el Ahmar que por sus características especiales no han sido incluidos en las categorías anteriores, han sido descritos de la siguiente forma.

El ítem JF409 (Fig.III.3.36) presenta una morfometría inusual (pequeño tamaño, forma de “campana”), por lo que podría vincularse con la categoría que Wright (1992:69) denomina *muller* (No. 57 *Bell-shaped*) o *pestle/bell muller* (No. 137), considerando que estos útiles suelen tener una cara principal aplanada sin trazas de percusión. Este tipo de ítems pueden resultar más frecuentes en la Edad del Bronce en yacimientos como Tell Arqa (Bofill, en prep.), Kurban Höyük y Tille Höyük (Bombardieri 2010, Tab. 15, 19). Recuperado en contexto arqueológico fiable (en el interior de la casa comunitaria EA7, niv. I/E), podría tratarse de uno de los ejemplares más antiguos de esta tipología. Su aparición en el interior del edificio comunitario EA7, alejado en principio de las áreas de procesado de alimentos, podría situar a este objeto en el plano de actividades rituales o, por lo menos, no directamente vinculado con las actividades diarias de preparación de la comida realizadas en las estaciones de molienda de las casas de menos tamaño.

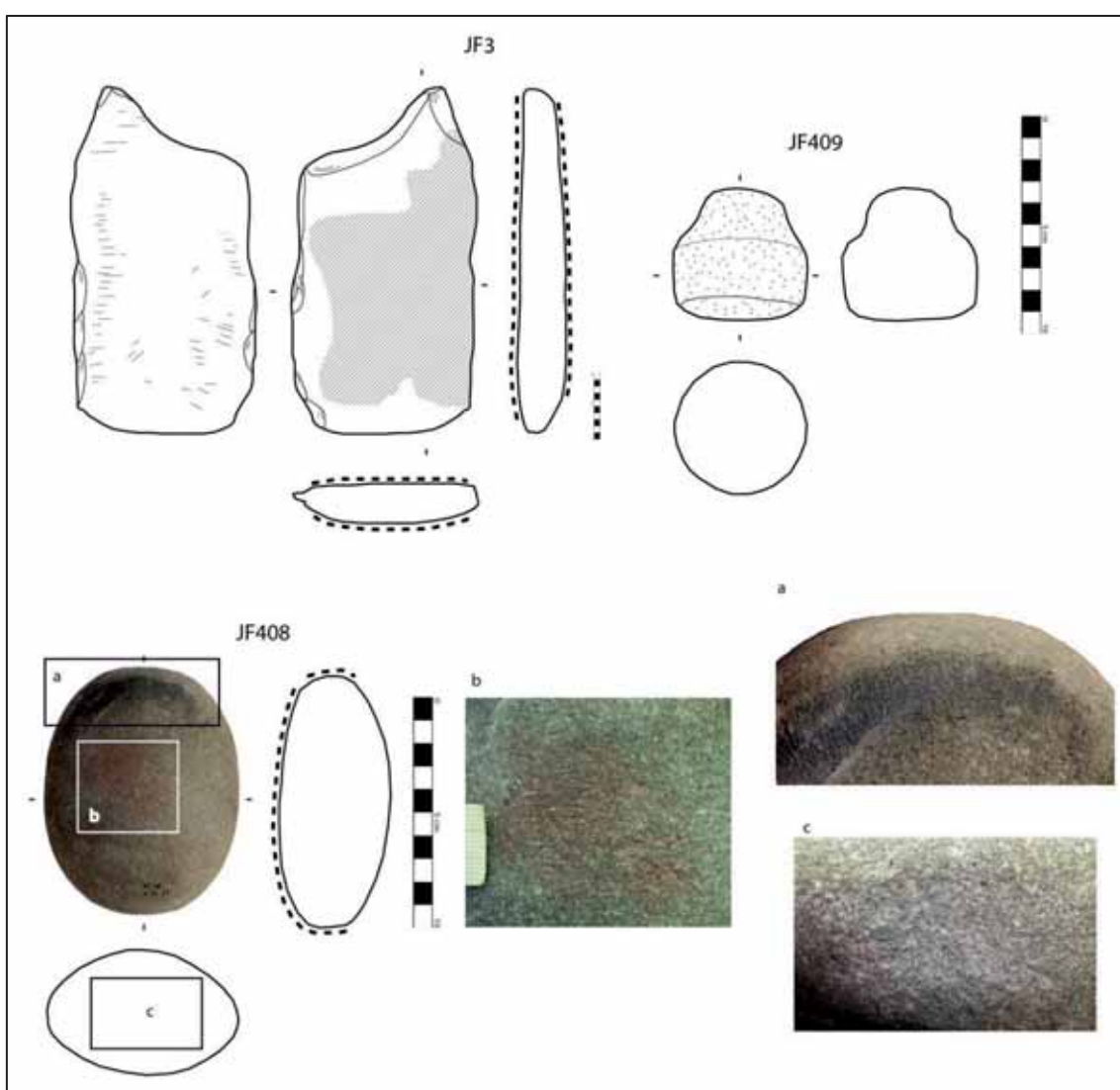


Fig. III.3.36. Ítems de la categoría *Otros* de Jerf el Ahmar: la tabla de trabajo JF3, con trazas de raspado; el pilón en forma de campana (*bell-shaped*) JF409; JF 408 con restos de pigmento negro (a), rojizo (b) y trazas de percusión lanzada (fosillas) en los dos extremos.



En el **pilón-moleta JF408** (Fig.III.3.36a-c), la superficie principal es de abrasión, aunque también presenta superficies activas de percusión en los dos extremos. Destaca la aparición de restos de pigmento negro y rojizo asociado a rascadas en la cara activa del anverso, las cuales son longitudinales en la parte superior (restos de pigmento negro, fig.III.3.36a) y transversales en la parte central (restos de pigmento rojo, fig.III.3.36b). Este tipo de útil, próximo al denominado como *broyeur* por Hamon (2006), no presenta trazas aparentes de haber sido utilizado en el procesado de vegetales, sino más bien dedicado a la transformación de sustancias minerales.

Además, se documenta un **posible soporte para elaborar un pilón (JF383)**, un canto de río seleccionado por su morfología y métrica, a pesar de que no presenta trazas de manufactura. Finalmente, se identificó una **mesa de trabajo (worktable), JF3** (Fig.III.3.36), con incisiones muy marcadas y paralelas, a partir de un soporte similar al de un molino. La denominación como mesa de trabajo alude a una gran gama de posibilidades funcionales, por las que esta losa alargada pudo utilizarse como soporte para realizar la manufactura de otros objetos (industria lítica, industria ósea, etc.).

## **7. Análisis espacial y temporal de las actividades de molienda y trituración en Jerf el Ahmar**

### **7.1. Contextos de aparición de los artefactos de molienda y trituración**

El yacimiento de Jerf el Ahmar cuenta con numerosos contextos arqueológicos en los que ha sido posible localizar útiles de molienda en su posición funcional primaria; por lo que la información sobre el uso y la gestión de este utillaje se incrementa notablemente en comparación con otros yacimientos neolíticos de la zona levantina. Sin embargo, a pesar de esta ventaja que comentamos en el siguiente punto (ver *infra*), la mayoría de los implementos de molienda y trituración de Jerf el Ahmar han aparecido en contextos funcionales secundarios (reutilización como material de construcción) o de desecho (relleno de estratos interiores / exteriores).

En la tabla de la fig. III.3.37 se muestra la distribución del material a partir de las categorías principales establecidas para los contextos de aparición de los útiles. Se puede observar cómo un mayor número de artefactos aparecen en ámbitos interiores respecto a los exteriores, y, sobre todo, el fenómeno de introducción de todo tipo de útiles (sobre todo molinos, pero también moletas, morteros, pilones) en los muros de las casas (n=115) y en hogares (en el exterior n=6, y en el interior=9). Según esta distribución genérica, las tareas de molienda, así como el almacenaje de los útiles, se realizarían mayoritariamente en el interior de las casas. Se tiene constancia de varias acumulaciones o alijos de útiles, sobre todo de moletas y pilones, en determinados puntos del yacimiento (por ej., casa EA15, con 11<sup>14</sup> moletas y 2 pilones), y que son interpretados como zonas de almacenaje de útiles de este tipo.

---

<sup>14</sup> En el mismo nivel de destrucción (US22) del mismo *locus*, fueron halladas 21 moletas más que se relacionarían con este almacén de útiles.

		Distribución útiles JERF EL AHMAR por contextos arq. y fases									
		CERRO ESTE						CERRO OESTE			
		Total	Total/Categ	PPNA I	PPNA II	PPNA-PPNB	Indet / E	PPNA I	PPNA II	PPNA-PPNB	Indet / W
CONTEXTO EXTERIOR	Estrato destrucción exterior / Estrato exterior	37	21 moletas 12 molinos 1 mortero 3 pilones	8	17	10	0	1	1	0	0
	Suelo exterior	6	5 moletas 1 molinos	2	2	1	0	0	1	0	0
	Hogar exterior	6	4 moletas 2 molinos	1	2	2	0	0	0	0	1
CONTEXTO INTERIOR	Estrato destrucción Interior / Estrato interior	125	93 moletas 17 molinos 3 morteros 12 pilones	24	20	11	0	0	72	1	2
	Estación de mollienda	5	1 moleta 3 molinos* 1 mortero	0	0	0	0	0	3	2	0
	Hogar interior	9	6 moletas 2 molinos 1 pilón	3	6	0	0	0	0	0	0
	Suelo interior	38	30 moletas 3 molinos 5 pilones	16	12	0	0	0	5	5	0
	Fosa interior	1	1 molino	1	0	0	0	0	0	0	0
	Porche	2	2 molinos	0	1	0	0	0	1	0	0
Muro	115	24 moletas 80 molinos 2 morteros 9 pilones	24	75	2	3	0	11	0	2	
Contexto indeterminado	56	22 moletas 24 molinos 2 morteros 8 pilones	7	5	1	13	0	8	2	13	

Fig.III.3.37. Distribución absoluta de los artefactos de Jerf el Ahmar según el contexto arqueológico y la fase de ocupación. El \* indica que, a pesar de no poder haber sido analizados en este trabajo, existe documentación de campo que informa de la presencia de más molinos *in situ* dentro de las casas formando estaciones de mollienda.

Estas tendencias se mantienen en gran medida a lo largo de la secuencia de ocupación del yacimiento, si bien destacan algunos cambios. La práctica de introducir los artefactos de mollienda y trituración en los muros de las casas experimenta un gran aumento en la fase PPNA II de ambos cerros de Jerf el Ahmar, mientras que parece abandonarse en la última fase de transición del PPNA al PPNB.

En cuestión de tipos de molinos y moletas (Fig.III.3.38), destaca, en primer lugar, la inexistencia de molinos tipo 1d en suelos de ocupación, o en espacios interiores, ya que tan sólo 2 aparecen en estratos exteriores, 9 formando parte de los muros, y los 5 restantes permanecen en estratos indeterminados. En cambio, las moletas tipo 1d aparecen ampliamente en el interior de las casas, seguramente vinculadas a nivel funcional con los molinos del tipo 1a, como se ha propuesto en el apartado 5 (ver *supra*). Los tipos 1a y 1c de molinos y moletas aparecen proporcionalmente en espacios interiores y exteriores, por lo que no hay motivo para dudar de su conexión funcional. Destaca la aparición de 2 molinos, uno de ellos del tipo 1a, en los denominados porches de las casas "*à antes*" de Jerf el Ahmar (Stordeur & Abbès 2002; ver cap.1.4.1), los cuales se construyen a partir del nivel II/E del poblado.

		TIPOS MOLINOS / CONTEXTO ARQ.					TIPOS MOLETAS / CONTEXTO ARQ.				
		1a	1b	1c	1d	INDET	1a	1b	1c	1d	INDET
CONTEXTO EXTERIOR	Estrato destrucción exterior / Estrato exterior	4		1	2	5	10		7	2	2
	Suelo exterior					1	1		2	2	
	Hogar exterior	1		1		1	2	1			1
CONTEXTO INTERIOR	Estrato destrucción Interior / Estrato interior	7	2	1		8	36		26	17	16
	Estación de molienda	2				1					1
	Hogar interior	2				2	10		3	1	5
	Suelo interior			2			7		4	5	1
	Fosa interior					1					
	Porche	1				1					
Muro		32	4	19	9	16	11		4	5	4
Contexto indeterminado		20		6	5	9	10	2	5	2	4

Fig.III.3.38. Distribución absoluta de los tipos de molinos y moletas de Jerf el Ahmar según contexto arqueológico.

Sobre la gestión de los útiles en función de su proceso de desgaste (Fig. III.3.39), cabe destacar la aparición de molinos poco desgastados (desgaste bajo n=2) y medio desgastados (desgaste medio n=21) en los muros de las casas de Jerf el Ahmar, por lo cual no son siempre los ítems más desgastados (desgaste alto n=15) los que se reutilizan como material de construcción. Tal distribución de los artefactos según su grado de desgaste avalaría las propuestas interpretativas que señalan como prácticas rituales la introducción de molinos en las estructuras murales de las casas.

		DESGASTE / CONTEXTO ARQUEOLÓGICO MOLINOS JERF EL AHMAR						
Desgaste	Gros/Prof	Muro	Estrato int	Estrato ext	Suelos	Otras estruc	Estac.Molienda	Indet
Alto	>2	15	1	1	1	4	1	7
Medio	2-10	21	1	1			1	9
Bajo	>10	2	3		1			

Fig.III.3.39. Tabla en la que se relaciona el grado de desgaste de los molinos (ver fig.III.3.18), calculado a partir de la relación entre el grosor y la profundidad de la cara activa de los útiles, con el contexto de aparición de los mismos.

El final de la vida de uso de los artefactos de molienda se materializa, en muchos casos, en una serie de patrones de fractura recurrentes que han sido presentados en la fig.III.3.2. Respecto al contexto de aparición de estos patrones de fractura en el registro arqueológico de Jerf el Ahmar, cabe destacar que no se detectan asociaciones específicas entre tipos de fracturas ni

de moletas ni de molinos, sino que siguen la distribución general de los artefactos que muestra la fig.III.3.38.

Finalmente, respecto a la propuesta de subtipos a partir de la morfología de la base o reverso de los molinos, no se detectan diferencias significativas entre los dos subtipos y la distribución espacial general de molinos (fig.III.3.3.40). Aparecen de igual forma tanto los molinos de base convexa, como los de base plana, en el interior de las casas del poblado, destacando tres ejemplares sobre suelos de ocupación interiores de base plana, y otro ejemplar en el porche. Sobre las estaciones de molienda, recordar que los dos ejemplares proceden de la misma estancia de la casa EA10 (ver *infra*; Fig.3.3.26): el ejemplar de base plana JF117 se encontró boca abajo y sin asociación a una banqueta; mientras que el molino JF48, de base convexa, se encontró sobre una banqueta construida.

		CONTEXTO EXTERIOR			CONTEXTO INTERIOR					Muro	Contexto indeterminado	
		Estrato destrucción exterior / Estrato exterior	Suelo exterior	Hogar exterior	Estrato destrucción Interior / Estrato interior	Estación de molienda	Hogar interior	Suelo interior	Fosa interior			Porche
MOLINOS	BASE PLANA	4		1	4	1	1	3		1	33	15
	BASE CONVEXA	4		1	6	1	2				33	18

Fig. III.3.40. Distribución absoluta de los subtipos de molinos de base plana y base convexa en función del tipo de contexto arqueológico en el que fueron hallados.

## 7.2. Contextos de uso de los artefactos de molienda y trituración

La excavación del yacimiento de Jerf el Ahmar permitió documentar una serie de contextos arqueológicos vinculados con la molienda y otras actividades de procesado que pueden considerarse únicos, tanto por su antigüedad, como por el número de casos en que aparecieron artefactos *in situ*. Stordeur y Willcox (2012) describen los casos de 11 casas con molinos *in situ*, de los cuales 9 de ellos contienen grupos de 2, 3 (ej. casas EA23, EA54) y hasta 4 (ej. casa EA10) artefactos de molienda en indiscutible posición de trabajo (*working position*). Algunos de estos conjuntos de molinos aparecieron en habitaciones de reducidas dimensiones que dificultarían el desarrollo de otras actividades diferentes a la propia molienda, como en el caso de la estancia 3 de la casa EA54 (fig.3.3.27). Además, aparecen 9 casos de molinos *in situ* dispuestos sobre una banqueta o zócalo, construido exclusivamente como estación de molienda, a partir de piedras y tierra compactada rodeando al molino y fijándolo al suelo de la habitación (ejs. casa EA10, fig.3.3.26; EA54, fig.3.3.27).

Las moletas también fueron recuperadas en contextos muy significativos, sobre todo en forma de agrupaciones junto a otros instrumentos como percutores (casa EA6) y pilones, y también en asociación con molinos *in situ* como en las casas EA10 (18 moletas y 4 molinos), EA23 (4 moletas y 3 molinos) y EA54 (2 molinos y 7 moletas). Finalmente, no se han encontrado morteros *in situ*, a parte del gran molino-mortero de la casa EA54 (Fig.3.3.27).

A continuación, se destacan las casas de Jerf el Ahmar con presencia de instrumentos de molienda *in situ*.

EA10, Nivel II / W (fig. 3.3.26)

En esta casa de dos habitaciones de 2 m x 2.5 m cada una, y una zona anterior a modo de patio cubierto, se produjo un incendio que provocó el colapso del techo y de las paredes dejando la distribución espacial de los materiales intactos en su interior. Respecto al conjunto macrolítico, 11 de las 18 moletas halladas en la casa EA10 son del tipo 1a, 3 del tipo 1d, y 4 son de tipo indeterminado. En cuanto a los molinos, los tres molinos que se encontraron enteros pertenecen al tipo 1a de vaivén, dos de ellos sobre banqueta de piedras y tierra, y un tercero boca abajo, que posiblemente fue utilizado en algún momento a modo de asiento, según explican Stordeur & Willcox (2009). Un cuarto molino, aunque fracturado, fue hallado en posición de molienda sobre una banqueta, sugiriendo de este modo un uso mediante gestos técnicos circular/libre.

El registro arqueobotánico de esta habitación comprende depósitos de granos procesados por separado de *H. spontaneum*, *Triticum/Secale* y *Lens* (Willcox 2002). Se han identificado granos fracturados (triturados) con anterioridad al proceso de carbonización por el incendio; por lo que pueden ser considerados como restos de un procesamiento de cereales (descascarillado, preparación de harina, pastas, féculas, etc.), realizado con los molinos. En cambio, la baja presencia de paja y glumas de *Triticum/Secale* indica que el trillado se llevaría a cabo en otra parte. Además, otro tipo de restos en forma de *seed cakes*, "pasteles de semillas", fueron hallados sobre uno de los molinos<sup>15</sup>, entre otros fragmentos más pequeños del mismo tipo que fueron recuperados durante la flotación. Los componentes de los *seed cakes* fueron analizados a nivel morfológico, estimando que las semillas procesadas habían sido molidas hasta alcanzar entre 1 mm y 200 micras de tamaño. Además, el análisis pudo identificar que se trataba de semillas silvestres de *Sinapsis* y *Brassica*, descartando la presencia de restos de cereales. Este preparado de *Brassica/Sinapsis* pudo haber sido consumido directamente a modo de condimento o especias para dar sabor, ya que, en este caso, estas especies presentan un alto contenido oleico y un sabor tipo mostaza. Por todos estos motivos, Willcox (2002) denomina este espacio como una auténtica "cocina quemada" donde quedó fosilizada su función y sus componentes asociados gracias a la acción del fuego.

El resto de dispositivos domésticos vinculados con la preparación de alimentos presentes en esta habitación se compone de: dos grandes platos de caliza intensamente pulidos, inicialmente relacionados con el secado de cereales o el amasado de pastas; dos grandes cubas de caliza tallada posiblemente utilizadas para el remojo de cereales y otros procesados; y, por último, evidencias de una estructura de combustión dispersa formada por algunos cantos rodados termoalterados. Finalmente, una estructura de combustión de mayores dimensiones se hallaba en el patio cubierto o porche de la estancia anexa a la cocina (fig 3.3.26a). Tal distribución del material arqueológico permite plantear la distinción entre tres áreas diferenciadas de trabajo dentro de esta cocina (Lebreton 2003): un área de molienda y preparación de la comida (molinos y platos) en la zona norte de la estancia; un área de cocinado de la comida (posible hogar en cubeta, con restos vegetales procesados) en la esquina SW; y una tercera zona en la esquina SE dedicada a la conservación de los alimentos y al remojo de cereales.

En relación con el análisis funcional de los artefactos, un amplio conjunto de muestras de sedimento asociado a los útiles fueron recogidas durante la excavación (H. Procopiou, com. pers.); y un segundo conjunto de muestras fueron obtenidas directamente de la superficie de los útiles durante la campaña de estudio del material arqueológico (campaña 2010). Por el momento, se han llevado a cabo una primera serie de análisis de fitolitos (ver capítulo 3.4.2 *Análisis de residuos*), de los cuales destacamos el resultado positivo sobre la muestra procedente del molino JF117, concretamente el que se encuentra boca abajo en la "cocina quemada" de la casa EA10 (Fig.3.3.26).

---

<sup>15</sup> Willcox (2002) advierte que estos restos hallados en Jerf el Ahmar constituyen los primeros restos de comida preparada recuperados en el período pre-cerámico levantino. Otros restos encontrados en Dja'de, tell Ab'r y tell Qaramel, en la la misma zona y datados en la misma cronología que Jerf el Ahmar, están en espera de ser estudiados (Willcox 2014).

El espectro de fitolitos obtenido a partir de los restos de sedimento conservado sobre la parte central de la cara activa del ítem JF117 indica la presencia de morfotipos comúnmente producidos por el género *Hordeum* (Portillo *et al.* 2013). Estos resultados se relacionaban significativamente con el registro de macro-restos botánicos analizados por Willcox (2002), en el cual se determinó el procesado por separado de cebada y otras especies de plantas consumibles en esta habitación de la casa EA10 de Jerf el Ahmar.

#### *EA23, Nivel I / E*

Es la casa más grande de un conjunto de doce casas en el nivel I / E. Presenta una planta rectangular con dos habitaciones principales y un porche. La habitación más grande contiene una instalación de tres banquetas de molienda alineadas en paralelo respecto al eje menor de la casa (muro interno). Durante la excavación, se hallaron un gran molino de tipo 1a (500 x 350 mm) sobre una de las banquetas construidas con tierra y piedras, un segundo molino fracturado, también sobre una banqueta central, y un último molino desplazado de la tercera banqueta, también de tipo 1a. Alrededor de este conjunto, aparecieron 4 moletas: 2 de tipo 1a, 1 de tipo 1c y 1 de tipo 1d. También cabe destacar que, en la construcción de los muros de esta casa, fueron introducidos un total de 20 molinos de todos los tipos, 3 de ellos enteros y 17 fracturados.

#### *EA14, Nivel II / W*

En esta estructura de habitación se documentó otro conjunto singular, en este caso, en aparente contexto de "descanso". Se trata de tres molinos y la ausencia de moletas.

#### *EA30 (Nivel II / W) y EA7 (Nivel I / E)*

En el interior de los edificios comunitarios, fueron recuperados ítems singulares como el molino JF63, con restos de ocre (Fig.III.3.41), y el útil designado como *broyeur* JF408, en la casa EA30; mientras que el pilón-moleta JF409 (Fig.III.3.36) se encontró en el interior de la casa EA7.

#### *EA54, Nivel I / W (fig. 3.3.27)*

Se trata de una casa dividida en 4 habitaciones rectangulares de 4 x 5 m, una de ellas (estancia 3) repitiendo el patrón de tres banquetas para la molienda alineadas respecto a uno de los muros internos de la casa. En este caso, se identificó un gran molino-mortero (JF427, de base cóncava) posicionado sobre una banqueta, y un segundo fragmento de molino (JF139) desplazado respecto a su posible banqueta. El primer molino destaca por una profunda concavidad de la cara activa, la cual habría pasado a funcionar como mortero en el último período de uso del artefacto. Esta estación de molienda se encuentra conectada a través de una puerta con la habitación continua, en la cual se recuperó un segundo conjunto de 6 moletas y 5 útiles de sega tipo hoz de mango curvo (Stordeur 2004). Las moletas de esta estancia se clasifican de la siguiente forma: 3 del tipo 1a y 3 del tipo 1d.

De esta forma, a través de todos estos ejemplos, se puede establecer que las estaciones de molienda documentadas en Jerf el Ahmar se hallan siempre en el interior de las casas; al menos aquellas que implican áreas especializadas, la construcción de banquetas, la asociación con otros útiles de procesado y cocinado (por ej. en EA10), etc. Por otro lado, los útiles vinculados al procesado de pigmentos minerales (JF63, JF408), así como los útiles de tipología singular como el JF409, se relacionan con los espacios considerados de uso comunitario en los edificios EA30 y EA7 (Fig.1.4.3), algunos con estructuras de almacenaje (EA30).

En el análisis de Jerf el Ahmar, Stordeur & Willcox (2009) plantean que los cereales fueron descascarillados en las áreas exteriores mediante el uso de morteros de madera que no se habrían conservado en el registro arqueológico; y, posteriormente, los cereales descascarillados serían trasladados al interior de las casas para realizar la molienda y el resto de actividades vinculadas a la preparación de los alimentos. Además, la asociación recurrente

de tres y cuatro molinos juntos en una misma habitación sugiere una posible especialización de cada uno de ellos en el procesado de tres materias distintas, o de tratamientos distintos. Por último, es posible que las tareas de preparación de la comida se realizaran de forma grupal, de ahí la presencia de varios útiles de molienda en la misma habitación (casas EA54, EA23).

Aparte de los contextos en los que se han hallado los útiles de molienda en posición funcional primaria, la documentación de campo durante la excavación de Jerf el Ahmar ha permitido realizar una asociación entre los artefactos y las estructuras de habitación documentadas (figs. 3.3.28 y 3.3.29).

A nivel espacial, cabe destacar, en primer lugar, que el 79,4% de los molinos fueron localizados en el cerro este; mientras que un 20,6% fue hallado en el cerro oeste<sup>16</sup>. Tal distribución desigual se correlaciona comparativamente con la ocupación humana documentada en el cerro oeste, la cual se ha descrito como más corta y tardía que la ocupación del cerro este (Stordeur & Abbés 2002). En cambio, los porcentajes no son los mismos para las demás categorías de útiles. En el caso de las moletas, un 59,4% ha aparecido en el cerro este y un 40,6% en el cerro oeste; por lo que la presencia de moletas en el cerro oeste es destacable en relación con el periodo de ocupación de esta área. Más presumible podría ser la distribución de los pilones, ya que un 77,4% del total fueron hallados en el cerro este y un 22,5% en el cerro oeste. Mientras que los morteros, a pesar de su reducido número de efectivos, destacan por aparecer con mayor frecuencia en el cerro oeste (66,6%) que en el este (33,3%). Tales resultados pueden estar indicando diferencias respecto a la función de moletas y morteros, y sobre el tipo de actividades desarrolladas en el cerro oeste. Por el momento, no contamos con estudios sobre la distribución de los restos arqueobotánicos, ni si existían áreas diferenciadas de procesado de vegetales en los varios sectores (o cuadros) en los que está dividido el yacimiento. Lo que sí sabemos es que tres de las casas más destacadas por la presencia de un gran número de útiles (EA14, EA15), y por contar con instalaciones de molienda *in situ* (EA10, EA54), se sitúan en el cerro oeste del yacimiento.

Tal y como se ha destacado, un gran número de casas de Jerf el Ahmar están relacionadas con la presencia de artefactos de molienda y trituración, ya sea en el interior de las estructuras de hábitat, reutilizados en sus muros y hogares interiores como material de construcción, o en las áreas exteriores inmediatas a las casas o entre ellas (por ej. EA1-EA2; EA17-EA20). Se observan casos notables de casas con hasta 29 artefactos relacionados (EA23 nivel I / E), 18 artefactos (EA17 nivel 0 / E), 15 artefactos (EA19 nivel I / E), 22 artefactos (EA10 / II / W) o 35 artefactos relacionados (EA15 nivel II / W). Esta distribución espacial permite destacar que un número elevado de casas del cerro este contienen útiles de molienda y trituración respecto al cerro oeste. La diferencia está en que la dispersión entre casas está más repartida en el cerro este, documentándose un reducido número de casas con muchos útiles<sup>17</sup>, ya que la gran mayoría de casos presentan 1, 2 o 3 molinos por casa. En cambio, en el cerro oeste, se documentan

---

<sup>16</sup> Para el análisis espacial (tablas figs. 3.3.28 y 3.3.29) se han calculado los porcentajes a partir de los ítems identificados a nivel estratigráfico (molinos N=141; moletas N=207; pilones N=31; morteros N=10).

<sup>17</sup> Concretamente, EA17 con 14 molinos, 10 de ellos en los muros, 3 en estratos exteriores y uno reutilizado en un hogar interior; EA23 con 23 molinos, 20 de ellos en los muros; EA20 y EA6 con 8 molinos cada casa.

muchas menos casas con material de molienda, y algunas de ellas con un número elevado de ítems asociados (EA10 con 21 artefactos; EA15 más de 30; y las casas EA54 y EA15 con 9 artefactos cada una).

### *7.3. La molienda y la trituración de vegetales en Jerf el Ahmar: Análisis diacrónico*

Si bien el papel del procesado de los cereales en la economía de Jerf el Ahmar se presenta como un recurso alimenticio básico en toda la secuencia de ocupación, sí que es posible distinguir varios cambios entre las distintas fases del poblado. Según describen Stordeur & Willcox (2009), fueron hallados molinos en el interior de las casas ya en niveles antiguos como el III/E (Fase PPNA I), donde se sitúa la casa EA48 con dos molinos asociados a restos de centeno, cebada y lentejas (aunque no grandes acumulaciones), pero sin estructuras tipo banqueta construida como dispositivo para la molienda. Será a partir de los niveles I/E y II/W (Fase PPNA II), y el nivel I/W (Fase transición PPNA-PPNB), cuando se documenta la construcción de auténticas estaciones de molienda con banquetas construidas para mejorar y fijar el uso de los molinos en un espacio especializado, con la disposición de molinos de tres en tres (EA23, EA54) y la asociación con otras zonas de preparación de la comida y grandes cantidades de restos botánicos con evidencias de procesado (EA10).

En cuanto al conjunto artefactual al completo (fig.3.3.30), el análisis diacrónico señala la presencia continua y creciente en el cerro este de artefactos de molienda y pilones, desde el nivel V/E hasta el nivel I/E (Fases PPNA I – PPNA II), y una reducción del número de efectivos a partir de los niveles 0 / E y \_I-\_II / E (Fase de transición PPNA-PPNB). En cambio, los morteros aparecen puntualmente en los niveles II / E, I / E y \_I-0 / E, probablemente influenciado por la presencia de molinos 1d, reutilizados como morteros. Por su parte, el cerro oeste presenta una situación semejante al cerro contiguo, ya que el utillaje de molienda aparece representado en el nivel III / W, experimenta un incremento singular en el nivel II/ W, y, finalmente, vuelve a reducir el número de artefactos de molienda en el nivel de transición al PPNB (nivel I / W). Respecto al equipo de trituración, morteros y pilones aparecen únicamente en el poblado del nivel II / W.

A nivel de tipos de artefactos, sobre las dinámicas ya comentadas en los apartados 3.1.3 (molinos) y 3.2.3 (moletas) (Fig.III.3.19, III.3.29), cabe destacar la evolución similar observada entre los molinos 1a y las moletas 1a y 1c a lo largo de la secuencia, exceptuando los niveles más antiguos (V-III/W y VI/E, fase PPNA I) en los que se documentan molinos 1a en ausencia de moletas identificadas como 1a o 1c. Tal y como se ha presentado más arriba, estos útiles estarían principalmente relacionados con la molienda de cereales.

También se observa una relación positiva entre el número de molinos y moletas del tipo 1b, ya que ambos aparecen puntualmente en la fase PPNA II. Estos tipos han sido vinculados a nivel funcional con el procesado de leguminosas y el descascarillado de cereales vestidos a modo de hipótesis.

Una dinámica diferente presentan los molinos 1d, aquellos molinos reutilizados como morteros. En el cerro este, no aparecen hasta el nivel II/E (final fase PPNA I), con una máxima



presencia en el nivel I/E (fase PPNA II), desapareciendo en los niveles finales con un único ejemplar documentado. Por su parte, en el cerro oeste, aparecen puntualmente en los dos últimos niveles de ocupación II/W (última fase PPNA) y I/W (transición al PPNB). Esta evolución diferente en la gestión de los útiles reutilizados como morteros, respecto a la evolución de los útiles de percusión apoyada (1a, 1b y 1c), podría estar indicando diferencias a nivel funcional entre tipos. Cabe recordar que Niérle (1982) propuso el procesado de leguminosas como función para los molinos-mortero. Es importante destacar que durante los primeros niveles de ocupación de Jerf el Ahmar (VI-V-IV-III/E y V-III/W) no se documentan ni morteros ni molinos del tipo 1d.

En relación con el análisis temporal de los tipos de útiles, el análisis arqueobotánico de Jerf el Ahmar ha destacado, hasta el momento (Willcox & Stordeur 2012, ver cap. 1, Fig.1.4.6), un proceso de reducción de la presencia de taxones correspondientes a pequeñas semillas (*Secale*, *Polygonum*), al mismo tiempo que se incrementa el volumen de taxones de grandes semillas como *Hordeum* y *Triticum*. El aumento de la explotación de estos cereales de tipo vestido en la segunda mitad de la secuencia temporal del yacimiento podría estar estrechamente vinculado con la aparición de estaciones de molienda especializadas en las casas EA10 y EA54, las cuales se construyen precisamente en la Fase PPNA II y en la fase de transición del PPNA al PPNB, y que constituyen los niveles de ocupación más tardíos de Jerf el Ahmar. Además, en estas cronologías también se documenta un aumento de los molinos (longitud >350 mm) y moletas (longitud >160 mm) de mayor tamaño, probablemente relacionado con el incremento en la recolección de cereales. Según esta visión, las técnicas de procesado de los cereales y las tradiciones culinarias iniciadas ya en el periodo anterior, el Natufiense (como se observa en yacimientos como Mureybet, Ain Mallaha, etc.), llegarían a consolidarse al final del periodo PPNA en poblados como Jerf el Ahmar, en los que la molienda de cereal ocupa una posición estructural en la configuración de las unidades de habitación y en las prácticas socioeconómicas del poblado.

#### 7.4. El procesado de otras materias

Además del procesado de materias vegetales, en Jerf el Ahmar se han identificado macro-residuos de sustancias minerales y colorantes sobre las superficies activas de varios tipos de útiles (Fig. III.3.41):

- **Pilón-moleta JF408.** Útil con tres caras activas, dos de percusión lanzada en cada extremo y una de abrasión en la cara anversa con restos de materias colorantes, roja y negra. Los residuos de pigmento se asocian con rascadas intensas sobre la superficie del útil (Fig.III.3.41c-d). En la cara activa de percusión lanzada, no se observan restos (fig.III.3.41e).

- **Pilón JF407.** En este útil, se identifican restos de pigmento rojizo en el lateral y no en la cara activa. La superficie activa pudo ser reavivada o desgastada con posterioridad al uso del pilón para procesar pigmentos. Por tanto, se trataría de un útil multi-uso.

- **Moleta JF265.** Incluida en el tipo 1b de moletas, se observa una plataforma de homogeneización lisa sin piqueteado anterior asociada a una gran mancha rojiza en uno de los

flancos laterales de la cara activa, interpretada como restos de pigmento procesado (Fig.3.3.18e).

- **Molino JF63.** Molino de morfología singular, muy alargado y estrecho, con la cara activa con doble concavidad (dos posibles estadios de uso), y con restos de pigmento rojizo repartidos por casi toda la superficie activa y en el reverso del ítem (Fig.III.3.41a-b). La superficie activa, de planta elíptica y de reducidas dimensiones, sugiere un posible procesado de la materia mineral abrasando directamente el bloque mineral sobre la superficie del molino, sin la participación de un útil superior tipo moleta o pilón. Además, la gran cantidad de restos conservados sobre este útil también avalaría su función como instrumento para procesar pigmentos.

Sobre este tipo de producciones, es notable remarcar que se trata de útiles de tipología muy diversa; por lo que el proceso de obtención de pigmentos minerales en Jerf el Ahmar puede ser considerado como poco sistematizado, variable, el cual contrastaría con el uso más intensivo del instrumental de molienda para el procesado de vegetales. Además, estos útiles aparecen en contextos diferentes (casas comunitarias EA30, EA7) respecto a donde se documentan los útiles de molienda y trituración de vegetales.

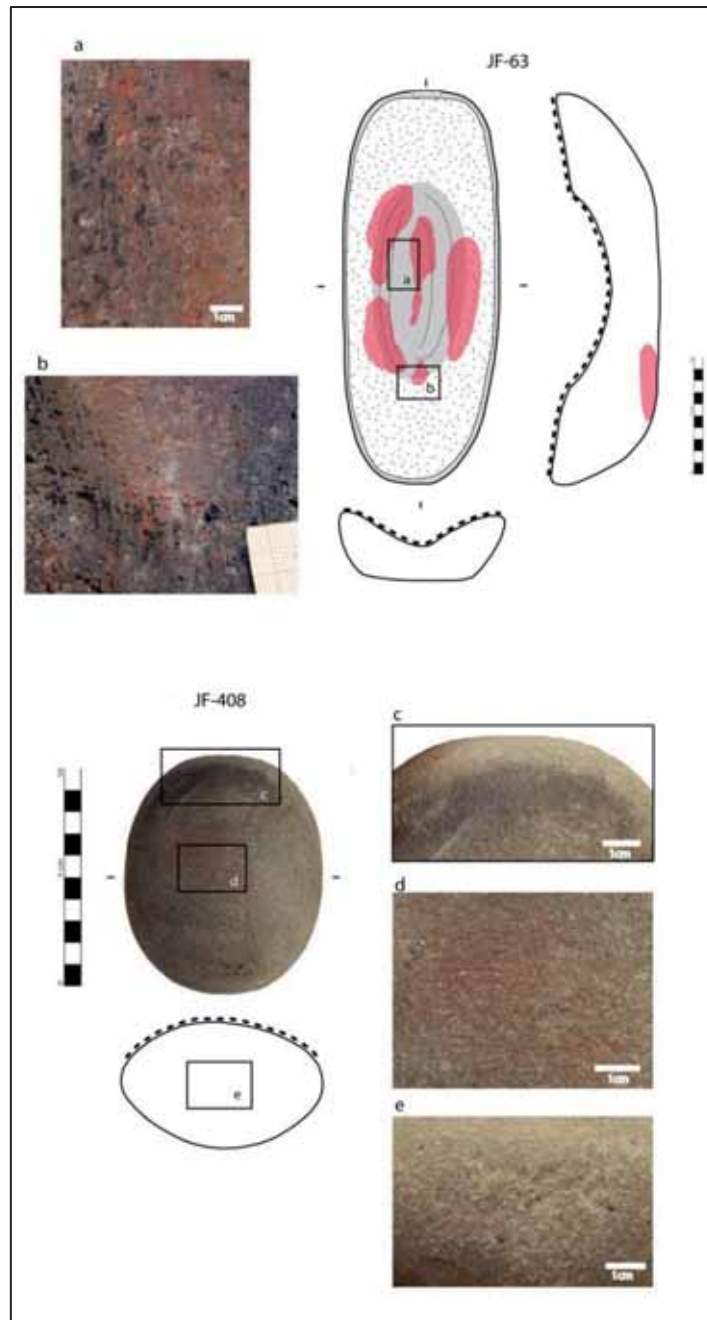


Fig.III.3.41. Instrumentos asociados al procesado de pigmentos minerales: molino JF63 (a-b), con superficie activa pulida y restos de pigmento rojo; pilón-moleta JF408 (c-e), con restos de pigmento negro y rojo.

## **8. Conclusiones**

El estudio presentado permite valorar la producción y gestión del utillaje de molienda y trituración de Jerf el Ahmar como una esfera productiva de tipo doméstico, con altos niveles de producción (gran cantidad de útiles, muchos de ellos de tamaño grande), y adaptada a las posibilidades técnicas del poblado. La manufactura de los ítems denota, en general, una baja inversión de trabajo y una complejidad bastante baja de las secuencias de preparación de los útiles. Además, al igual que en otras esferas productivas (arquitectura, vasos de piedra), el aprovisionamiento de materias primas para la confección del utillaje se caracteriza por un

acceso directo a las fuentes, sin necesidad de realizar ningún desplazamiento largo respecto al poblado.

La producción de útiles de molienda no parece, *a priori*, buscar una efectividad técnica con el objetivo de aumentar la productividad de los artefactos. Tal y como se ha destacado, la asociación entre la materia prima de los molinos (caliza) y la de las moletas (rocas ígneas y metamórficas) supone el desarrollo de ritmos de desgaste y pérdida de materia de los molinos de forma rápida. Aun así, los molinos manufacturados con materias primas más resistentes, son muy minoritarios en todo el poblado (basalto n=9). Por otra parte, sí se han documentado cambios tecnológicos que mejorarían el proceso de molienda en Jerf el Ahmar hacia el final del PPNA, como son la apertura de una zona de evacuación en los extremos de los molinos, los distintos dispositivos de sujeción de los molinos (banquetas construidas, rebaje en el extremo del molino) y el aumento del tamaño de los útiles de molienda.

La adscripción funcional de los útiles de molienda y trituración de Jerf el Ahmar deberá ser completada con el análisis de trazas de uso a grandes aumentos y con la ampliación del análisis de residuos conservados sobre las superficies activas. Por el momento, el estudio permite destacar el procesado de cereales (molienda) como función principal de los molinos y moletas del tipo 1a, mientras que los de los tipos 1c y 1b podrían combinar la molienda de cereal con el procesado de leguminosas y el descascarillado de cereales. Aparte de cereales y leguminosas, los cuales constituyen los vegetales explotados a gran escala por los habitantes de Jerf el Ahmar, y asociados a nivel espacial con el utillaje de molienda, otras especies vegetales documentadas como *Vitex Agnus-Castus*, un fruto utilizado como condimento y como planta medicinal (Willcox 2014), así como semillas del género *Brassica*, también podrían ser procesadas con los mismos útiles para completar la preparación de alimentos, tal y como indican los restos conservados en la "cocina quemada" de la casa EA10. Finalmente, sobre el tipo 1d de molinos, la complejidad funcional basada en los diversos estadios de uso de estos artefactos estarían indicando, sin duda, que se trata de útiles multifuncionales, en los que se podrían procesar distintas materias, y también distintas formas de procesar las sustancias (triturado, molienda, obteniendo varios calibres del producto como harina, sémolas, etc.).

Tal y como se ha destacado en el análisis diacrónico del conjunto artefactual de Jerf el Ahmar, la aparición de estaciones de molienda especializadas en el procesado de cereales (banquetas construidas, asociación de tres molinos en la misma estancia, la "cocina quemada", etc.) coincide a nivel cronológico con el inicio de una mayor explotación de los taxones de cereales que serán posteriormente domesticados, *H. spontaneum* y *T. boeoticum* (Willcox *et al.* 2008). De esta forma, se puede establecer que la tecnología para el procesado de las cosechas (hoces, útiles de molienda) ya se encontraba disponible en el poblado y era ampliamente utilizada por las distintas unidades de habitación documentadas (al menos el utillaje de molienda y trituración, figs. 3.3.28 y 3.3.29). Lo que supuso un verdadero cambio en la gestión de los recursos vegetales fue la especialización en los taxones con mejores rendimientos en cuestiones alimenticias (cebada y trigo) y arquitecturales (paja como material de construcción), y el perfeccionamiento de los espacios dedicados al procesado de los cereales.

En este sentido, sobre los espacios de producción de Jerf el Ahmar, cabe destacar que los pocos útiles de molienda y trituración encontrados en las estructuras de tipo colectivo (casas

comunitarias EA30, EA7) se asocian a otras esferas productivas diferentes al procesado de cereales, principalmente con la obtención de pigmentos minerales. Por su parte, Stordeur & Willcox (2009) proponen que la presencia de grandes hogares en el exterior de las casas podría sugerir que la preparación de la carne se llevaría a cabo de forma comunitaria entre las distintas unidades domésticas del poblado<sup>18</sup>. Por otro lado, los datos arqueobotánicos indican que los primeros trabajos agrícolas de trillado, aventado y cribado de cereales se desarrollarían en el exterior de las casas. En cambio, el presente estudio confirma que la preparación de los vegetales, concretamente la molienda y otras técnicas como el descascarillado y el triturado, se llevó a cabo en el interior de las casas, ya que la gran mayoría de las casas cuentan con equipos de molienda completos. Lo que por el momento es difícil de concretar es cómo se distribuía la producción de las estaciones de molienda especializadas en las que aparecen hasta cuatro molinos asociados en una misma estancia, y, sobre todo, si ésta se destinaba o no exclusivamente al consumo de la propia unidad doméstica. Por un lado, podría tratarse de una producción en parte destinada al almacenaje, puesto que se han identificado estructuras de almacenaje y la presencia de rodeadores asociados (Willcox *et al.* 2008). Por otro lado, se han planteado hipótesis que sitúan a los grandes eventos festivos como el motor que condujo al desarrollo de las prácticas agrícolas, el incremento de la explotación de los cereales y la posterior domesticación de las plantas (Assouti & Fuller 2013). Estas y otras propuestas interpretativas serán analizadas en la Parte 4 del trabajo.

---

<sup>18</sup> J. Cauvin propuso una práctica similar en el caso de las estructuras de combustión de Mureybet (citado en Stordeur & Willcox 2009).



### 3.3.2. TELL HALULA. ESTUDIO DEL UTILLAJE DE MOLIENDA Y TRITURACIÓN

#### Introducción

La excavación y el estudio del yacimiento de tell Halula forman parte de un proyecto de investigación centrado en el estudio del proceso de aparición y consolidación de las primeras comunidades agro-ganaderas de la zona del Levante septentrional (SAPPO-UAB). Las diferentes campañas de excavación efectuadas desde 1991 hasta 2011 han permitido definir globalmente la secuencia estratigráfica y cronológica del asentamiento, y proponer una evolución de la ocupación del poblado completa y prácticamente ininterrumpida. Debido a la extensión del yacimiento, el tell se encuentra dividido en sectores de excavación que han sido intervenidos en las diversas campañas de campo realizadas (fig.1.4.8). La metodología de excavación del yacimiento fue diseñada para conseguir relacionar a nivel crono-estratigráfico las ocupaciones humanas documentadas en los sectores del yacimiento. De este modo, las unidades estratigráficas y/o estructuras, que constituyen las unidades básicas de análisis, se agrupan posteriormente en **niveles** o agrupaciones significativas de estratos en cada uno de los sectores. Finalmente, éstos se correlacionan con la cronología relativa y absoluta para definir Fases de Ocupación. Por tanto, el objetivo es acercarse a lo que se denomina **Fase de Ocupación**, caracterizada por un momento de actividad significativo o, en caso de fuerte actividad arquitectónica, de construcción y de amortización (Molist 1996; Molist & Vicente 2013).

El resultado del análisis estratigráfico desarrollado hasta el momento ha permitido definir **38 Fases de Ocupación** del yacimiento. Esta secuencia se inicia en un momento avanzado del periodo **Neolítico Pre-cerámico B Medio (7700-7600 Cal ANE)**, y se prolonga de forma ininterrumpida hasta el final del **periodo Halaf (5500 Cal ANE)** (ver Parte 1).

El estudio del material de molienda y trituración de las primeras campañas de excavación (1991-1992) fue presentado en una primera publicación (Molist *et al.* 1996:125-133), en el cual se realizó una descripción general de los tipos de útiles aparecidos hasta el momento. Posteriormente, en una segunda publicación más extensa (Bofill 2013), a modo de estudio preliminar del trabajo que presentamos ahora en relación con el conjunto artefactual completo de tell Halula, se tuvo ocasión de analizar la variabilidad de tipos de útiles, de materias primas y la morfometría, así como de exponer unas primeras conclusiones y perspectivas del estudio.

#### 1. Caracterización general del conjunto: Campañas 1990-2009

Los materiales incluidos en la base de datos comprenden la totalidad de útiles de molienda y trituración recuperados en las campañas de excavación de tell Halula llevadas a cabo entre los años 1990 y 2009. De esta forma, todos los horizontes cronológicos documentados en la secuencia de ocupación del yacimiento están representados en la base de datos, a pesar de que, como se verá más adelante, existen notables diferencias en el total de efectivos procedentes de cada uno de ellos.

La metodología de excavación exigía la recuperación de cualquier ítem entero o fragmentado con evidencias de modificación de sus partes constituyentes y de sus superficies. De esta forma, el conjunto artefactual de tell Halula consta de **239 ítems** repartidos según categorías de útiles reflejadas en la Fig. III.3.42. Las categorías de útiles comprenden los dos **equipos de molienda y**

**trituration básicos** (molino+moleta, mortero+pilón), e incluye también **otros** útiles recurrentes que pueden estar relacionados directa o indirectamente con procesos de molienda y trituration de sustancias. En tell Halula, destaca la ausencia de lascas y otros productos de talla, aunque se han incluido en la categoría **Otros** dos cantos con evidencias de talla que podrían constituir soportes en proceso de fabricación (HL-32C-50, HL-2D-63).

	Categoría de útil	Molinos	Moletas	Morteros	Pilones	Útil Molienda Indet	Restos de fabricación	Otros	Total items	Total items %
Preservación	Total	42	102	15	26	29	0	25	239	
	Enteros	4	22	5	11	0	0	14	56	23,4
	Enteros Frag	8	7	1	3	0	0	1	20	8,4
	Frag	30	73	9	12	29	0	10	163	68,2
	Total % Tipo Básico	17,6	42,7	6,3	10,9	12,1	0,0	10,5		

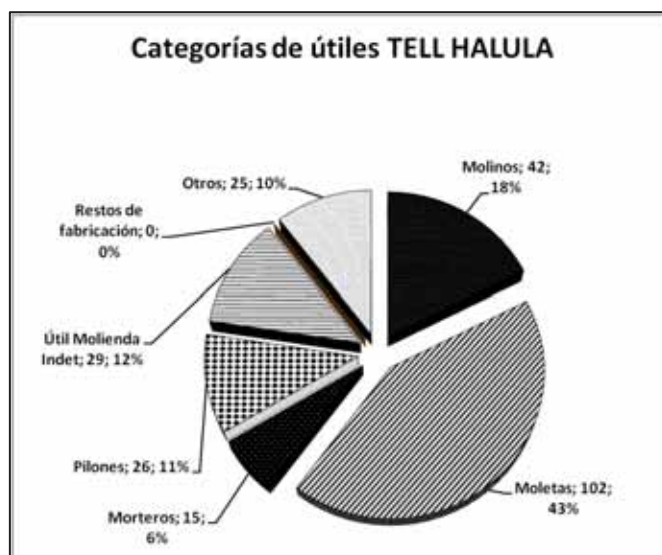


Fig. III.3.42. Tabla resumen (arriba) y gráfico (abajo) con la distribución de los materiales según categoría de útil y su grado de conservación.

La distribución del material denota una clara dominancia de las **moletas** (42%, n=102) como útiles mejor representados del conjunto de tell Halula. La segunda categoría mayoritaria son los **molinos** con un 17% (n=41). De esta forma, se establece una correspondencia de 2:1 entre moletas y molinos, relación numérica registrada a nivel experimental por Wright (1993), así como en otros contextos arqueológicos donde se utilizan molinos y moletas en piedra (ver *infracap.4*).

La siguiente categoría ligada a las dos primeras corresponde con el grupo de útiles que presentan claras evidencias de la existencia de superficies de desgaste relacionadas con la molienda (denominados **Útiles Molienda Indet.**, 13%, n=31), pero que a causa de su alto grado de fracturación no se ha podido establecer si se trata de un útil percutor (moleta) o repercutor (molino). En algunas ocasiones, es posible observar en las superficies de estos fragmentos de útiles de molienda indeterminados si ha habido una modificación de las diversas partes del útil



(reverso, contorno, cara activa), por lo que también aportan información tecnológica y funcional al estudio.

A continuación, el equipo de trituración está representado en un 11% (n=26) por los **pilones** y en un 7% (n=16) por los **morteros**. La categoría **Otros** definida más arriba contabiliza el 10% del total de efectivos (n=25), incluyendo los **cantos utilizados** y los **machacadores**. Finalmente, destaca la existencia de ítems que puedan vincularse con el proceso de manufactura de los útiles de molienda y trituración (restos de fabricación n= 0).

Respecto a la conservación, el conjunto estudiado presenta, en términos generales, un alto grado de fracturación (68,2% fracturados y 8,4% enteros con alguna fractura poco invasiva, frente a un 23,4% de ítems enteros). En el caso de las moletas, los patrones de fractura registrados (Fig. III.3.43.) están claramente dominados por el patrón 1 (en el que sólo se conserva un extremo del útil). En los molinos, la variedad de patrones está más repartida en cuanto a número de efectivos, aunque predomina el tipo 4 (fragmento lateral). Los tipos de fractura, sobretudo en molinos, se vinculan a fracturas realizadas en sentido transversal más que longitudinal al eje mayor del ítem. Además, tan sólo tres moletas presentan fracturas o negativos de extracción en alguno de sus extremos, asociadas a un uso ulterior de sus extremos como útiles de percusión/trituración.

El reducido tamaño de los tipos de fractura documentados con mayor frecuencia (tipos 1, 2 y 4) entre los útiles de molienda plantea ciertas cuestiones en relación con posibles reutilizaciones de estos útiles como, por ej., material de construcción, reciclaje para realizar otras funciones, etc. (ver *infra* apartado 5.1.).

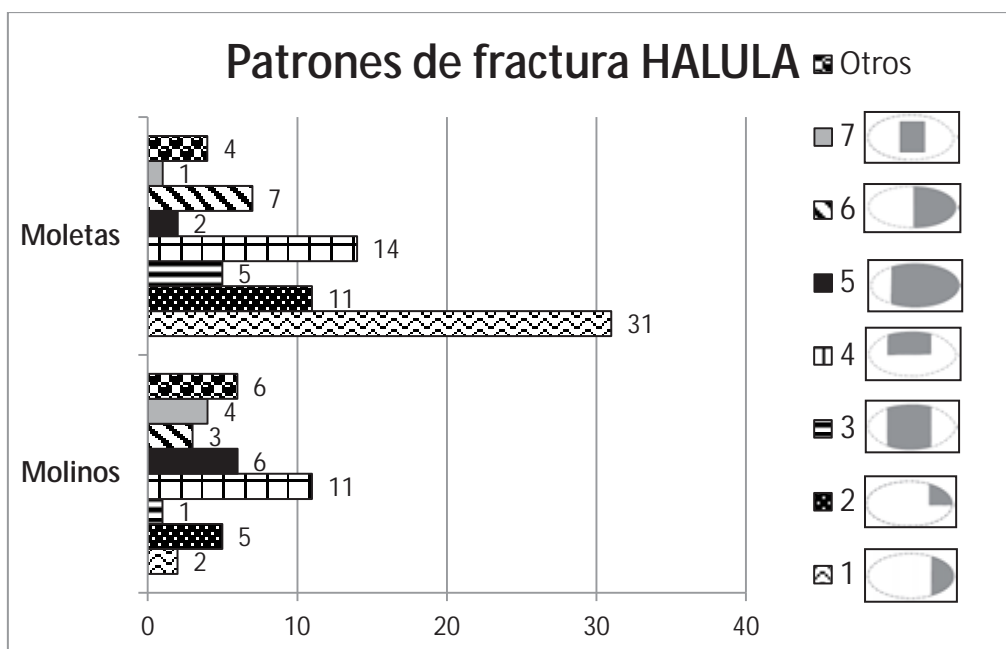


Fig. III.3.43. Patrones de fractura documentados en los útiles del equipo de molienda.

Finalmente, la repartición del conjunto macrolítico estudiado según los principales períodos de ocupación del yacimiento de tell Halula proporciona los resultados ilustrados en la Fig. III.3.44.

En primer lugar, se observa un incremento considerable del utillaje de molienda y trituración en los períodos del Neolítico cerámico (Pre-Halaf, Proto-Halaf y Halaf) en relación con los períodos pre-cerámicos anteriores (PPNB Medio y PPNB Reciente) documentados en el yacimiento. Respecto al volumen de niveles arqueológicos excavados correspondientes a los diversos períodos históricos de tell Halula, existen diferencias a nivel cuantitativo que cabe destacar.

A lo largo de las campañas de excavación en tell Halula, se ha intervenido de forma desigual en los diferentes sectores del poblado. El período mejor representado (mayor volumen de sedimento excavado) es el Neolítico Precerámico B medio, seguido de cerca por el período Pre-Halaf (inicios de las producciones cerámicas). En tercer lugar, han sido trabajados los niveles procedentes del Neolítico Precerámico B reciente, y por último, los niveles Proto-Halaf y Halaf (neolítico cerámico), que cuentan con una menor representación en el registro del yacimiento debido al menor número de intervenciones realizadas sobre ellos (Molist, com pers.). De todo esto se deriva que al menos los resultados para el PPNB medio y el pre-Halaf sean comparables entre sí, mientras que los resultados del resto de períodos de ocupación (Proto-Halaf, Halaf, PPNB reciente) no lo podrán ser a nivel estrictamente cuantitativo.

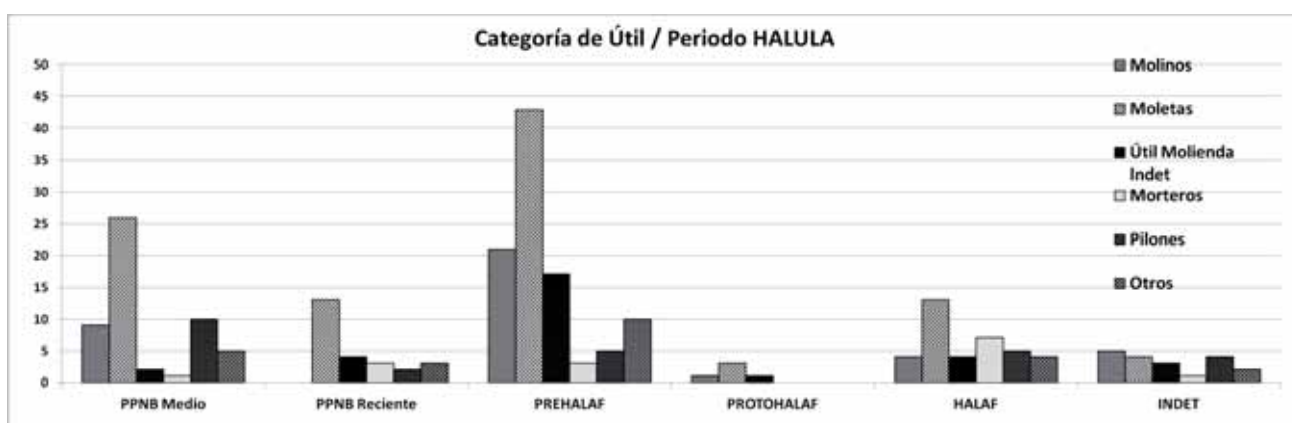


Fig. III.3.44. Gráfico con la distribución absoluta de los materiales según categoría de útil y período histórico de tell Halula.

## 2. Análisis de la materia prima

El estudio de la materia prima y de las fuentes de aprovisionamiento ha sidotratado en detalle en el capítulo anterior 3.1. En este sentido, la localizacióny el contexto geológico y geomorfológico del yacimiento de tell Halula, deben ser puestos en relación con la variedad de rocas cuya explotación ha sido documentada a lo largo de la secuenciadel asentamiento.

Los datos obtenidos (Fig. III.3.45.) muestran el papel de las propiedades del basalto como materia prima preferencial, junto a una explotación secundaria de la caliza, para confeccionar útiles de molienda (molinos y moletas). En el caso de los morteros, las calizas superan a los basaltos; y respecto a los pilones, a pesar de que domina el basalto compacto, existe una variabilidad más amplia incluyendo otras litologías (ígneas intrusivas, metamórficas).

Los demás tipos de rocas, mucho más minoritarios en el cómputo global, permiten evidenciar que en ciertas producciones (pilones *y otros*, como cantos, machacadores, etc.) se opta por una selección de materias primas más diversificada (ígneas intrusivas indet., granito, arenisca).

MATERIA PRIMA HALULA									
Tipo		Clasificación		MOLINOS	MOLETAS	MORTEROS	PILONES	Útiles mol. indet.	OTROS
Rocas ígneas	Efusiva / Volcánicas	Basalto	Basalto (total)	33	76	3	13	28	7
			BAC	9	10	1	10	4	7
			BAV	24	66	2	3	24	
		Traquita				1			
		Pumita							
	Intrusivas / Plutónicas	Granito				1		1	
		Pegmatita				1			
Intrusiva indet.					6		8		
Rocas sedimentarias	No detríticas	Caliza	Caliza (total)	7	23	11	7	3	4
			Caliza otras		5		1	1	4
			Caliza packst	5	16	3		1	
			Caliza mudst	3	2	8		1	1
	Detríticas	Arenisca / Gres	1	2	1			2	
Rocas metamórficas		Cuarcita			1				
Indeterminado						2			
<i>Total</i>				42	102	15	26	31	23

Fig. III.3.45. Tabla distribución absoluta de los materiales según categoría de útil y materia prima en tell Halula. BAC (Basalto Compacto), BAV (Basalto Vesicular).

En la fabricación de morteros, útiles estáticos o repercutores del equipo de trituración/pulverización, las capacidades mecánicas de la materia prima (resistencia a la fractura, granulometría) también juegan un rol importante dependiendo del tipo del mortero en cuestión (cap. 2.4). Los morteros hondos, usados por ejemplo para procesar cereal (Ertug-Yaras 1997), ejercen un papel de receptáculo de la acción percusiva, la cual se efectúa gracias al frotamiento entre la materia trabajada y el útil activo (pilón). En estos casos, la materia prima del mortero y sus capacidades no cobran especial relevancia en comparación con la aptitud para la talla o el grado de dificultad que puede imponer la dureza de la roca escogida para elaborar morteros. En cambio, en los morteros utilizados para machacar, triturar y reducir en partículas sustancias mediante percusión lanzada y giratoria, el tipo de roca y sus características mecánicas sí que adquieren un rol determinante en la elección de la materia prima, siendo a menudo la granulometría fina y la composición homogénea las características más demandadas para este tipo de útiles (Procopiou 1998:93). En el conjunto de morteros de tell Halula, se observa un uso minoritario de rocas de gran dureza y capacidad abrasiva natural como los basaltos (BAC y BAV n=3), y la selección mayoritaria de rocas calizas de menor dureza y mayor aptitud para la talla como las calizas (caliza *mudstone* y caliza *packstone* n=11).

#### *Asociación entre la materia prima de útiles activos y de útiles pasivos*

La figura III.3.46. muestra la relación entre los tipos de rocas utilizados para confeccionar cada categoría de útiles (activos y pasivos) a lo largo de los periodos cronológicos del asentamiento de tell Halula, de manera que es posible comprobar la correspondencia que mantienen tanto el equipo de molienda como el de trituración a nivel de materia prima. Observando los dos periodos mejor documentados (PPNB Medio y Pre-Halaf, *versupra*), se identifican varios grupos de materias primas en cada categoría. De este modo, en el PPNB Medio se confeccionan

molinos en BAC (n=4) y BAV (n=5), mientras que las moletas se elaboran preferentemente en BAV (n=20), exceptuando algunos ejemplares en BAV (n=1), en caliza (n=2) y sobre cantos de rocas varias (n=3), en este caso, una cuarcita y dos en gres/arenisca. La relación en cuanto a la dureza de las rocas parece ser igualitaria, ya que se utilizan materias primas de dureza semejante, el BAC, el BAV y la cuarcita, para la elaboración de ambos componentes del equipo de molienda, exceptuando algunos casos de moletas en caliza y en gres/arenisca, de dureza y cohesión menores que el basalto.

En el periodo Pre-Halaf de tell Halula, vuelven a aparecer dos grupos mayoritarios, los molinos en BAV (n=12) y los molinos en caliza (n=7), que se relacionarían con las moletas confeccionadas preferentemente en BAV (n=20); BAC(n=5) y caliza (n=17). Además, tras un análisis más específico a nivel de sector y cuadro de excavación de las fases de ocupación Pre-Halaf, también se constata esta alternancia entre las dos materias primas mayoritarias (basaltos y calizas) tanto en molinos como en moletas, por lo que cabe suponer que éstos eran utilizados de forma alternativa (molino BA – moleta BA; molino caliza – moleta caliza; molino BA - moleta caliza) para evitar ritmos de desgaste acelerados en las caras activas de los molinos de menor dureza (caliza).

Respecto al equipo de trituración, en el PPNB medio se documenta un único mortero en caliza, mientras que una serie de pilones son elaborados en distintas materias primas (BAC, BAV, caliza, cantos de litologías variadas).

Posteriormente, los niveles Pre-Halaf proporcionaron tres morteros en caliza, un pilón en BAC y otros cuatro pilones elaborados sobre cantos de rocas duras (pegmatita con mica, granito, etc.). Por lo tanto, se observa una preferencia hacia la confección de morteros en caliza, materia prima con mayor aptitud para la talla (facilidad en su manufactura), y de pilones sobre rocas de mayor dureza y cohesión (ígneas intrusivas, basalto), adecuadas para las actividades de percusión y trituración.

		PPNB Medio	PPNB Reciente	PRE HALAF	PROTOHA LAF	HALAF
MOLINOS	BAC	4		1		2
	BAV	5		12	1	1
	CALIZA			7		1
	CANTOS (ígneas intrus., sediment., etc)			1		
MOLETAS	BAC	1		5	1	3
	BAV	20	12	20	2	10
	CALIZA	2	2	17		
	CANTOS (ígneas intrus., sediment., etc)	3				
PILONES	BAC	4	1	1		2
	BAV	1				1
	CALIZA	1				
	CANTOS (ígneas intrus., sediment., etc)	4	1	4		2
MORTEROS	BAC					1
	BAV					1
	CALIZA	1	2	3		5
	CANTOS (ígneas intrus., sediment., etc)		1			

Fig. III.3.46. Distribución de las categorías de útiles en función de la materia prima y el periodo de ocupación del yacimiento de tell Halula.

La elección de una u otra roca puede estar motivada por cambios en los sistemas de abastecimiento de materias primas en el poblado, o relacionada con diferencias a nivel funcional en el uso de cada litología. Respecto al primer factor, en el cap.3.1 han sido

presentadas las diversas fuentes de materia prima disponibles para los habitantes de tell Halula, sobre las cuales se destaca un acceso inmediato (0-2,5 km) y local (2,5-10 km) a las rocas calizas (que se corresponde con el substrato geológico del propio yacimiento) y a los cantos de rocas variadas (ígneas intrusivas, basaltos, cuarcitas, etc.) de dimensiones pequeñas y medianas existentes en las terrazas del Éufrates. Sin embargo, el acceso a fuentes de aprovisionamiento de bloques de basalto de gran tamaño se sitúa en varios puntos alejados del poblado, es decir, en su entorno regional (10-30 km) e incluso más allá, como los depósitos secundarios del río Nhar Sejur que transporta bloques de basalto de gran calibre. De esta forma, la accesibilidad a estos afloramientos de basalto a gran distancia del poblado pudo variar a lo largo de la secuencia de ocupación de tell Halula, afectando de este modo la producción del utillaje de molienda y trituración.

De forma análoga, en la producción de industria lítica en tell Halula, la utilización del sílex de mayor calidad (grupo 7, ver Parte 1)<sup>1</sup> experimenta una notable bajada hacia el final del periodo precerámico (F.O.11-19) y desaparece finalmente en el periodo Pre-Halaf. Estos cambios en los sistemas de abastecimiento de materias primas podrían relacionarse también con la explotación más intensa de las rocas calizas (acceso inmediato) a partir del periodo Pre-Halaf para la elaboración de útiles como molinos, moletas y morteros en tell Halula, si bien el basalto continua utilizándose para todas las producciones artefactuales.

Respecto al segundo factor en cuestión que pudo motivar la alternancia en el uso de basalto y de calizas en la manufactura de útiles de molienda (la posible variedad funcional a la que estaba dirigida la explotación de estas materias primas), el análisis de las trazas de uso aportará los datos necesarios para considerar tal hipótesis (ver *infra*).

### **3. Análisis de la manufactura, uso y mantenimiento del utillaje de molienda en tell Halula**

#### **3.1. Los molinos**

##### **3.1.1. Manufactura, morfometría y tipología de los molinos**

El análisis de las técnicas de manufactura de los útiles se ha visto afectado por el alto grado de fragmentación entre los molinos (Fig. III.3.47.)<sup>2</sup>. Además, cabe destacar la ausencia de restos de fabricación (lascas, fragmentos de talla) y de útiles en proceso de manufactura que pudieran aportar datos al estudio tecnológico del utillaje de molienda y trituración.

En la mayor parte de los molinos se observan grados de modificación 1 y 2 del contorno (31,7% y 26,8% respectivamente), y tan sólo dos casos (4,8%) alcanzan el grado de modificación 3 del contorno. De las secuencias técnicas identificadas en esta parte anatómica, la talla seguida de un proceso de piqueteado de la superficie se documenta en un 24,4% de los contornos, en un

---

<sup>1</sup>Sílex procedente de afloramientos de tipo primario y no de las terrazas del Éufrates más inmediatas al yacimiento, como otros grupos de sílex documentados en tell Halula (Borrell 2006).

<sup>2</sup>El grado de fragmentación de los molinos ha provocado que en un 24,4% de los casos se establezca como imperceptible la observación de trazas de manufactura sobre el contorno del útil, e igualmente imperceptible en un 29% de los casos en la identificación de trazas sobre el reverso.

17,1% sólo talla, y en un 14,6% sólo piqueteado. El objetivo de esta manufactura intencional parece estar dirigida a regularizar el contorno del útil consiguiendo perfiles rectos o redondeados, así como también a formatear el contorno de la cara activa del útil (Fig. 3.3.31).

Respecto a la preparación del reverso, un conjunto mayoritario de molinos habrían experimentado un grado de modificación 1 del reverso (34,1%), seguida del grado de modificación 2 (12,2%), y ninguno de ellos llegaría al grado de modificación 3. Las secuencias técnicas más documentadas en los reversos son el piqueteado (14,6%), la abrasión (12,2%) y la talla más piqueteado (12,2%). Un único caso de pulido en el reverso corresponde con un episodio de reutilización de la superficie del reverso como cara activa secundaria. En este sentido, la manufactura intencional del reverso debió estar motivada por la consecución de una superficie plana o convexa, según el soporte donde iba a colocarse el molino (suelo, banqueta, etc.) para su funcionamiento. Tanto en el reverso como en el contorno de los molinos, los negativos de talla y las fosillas de piqueteado estarían indicando la utilización de percutores líticos en estas secuencias de manufactura. Respecto a la materia prima, los grados de modificación del contorno y del reverso en molinos de basalto y de caliza no muestran diferencias significativas (fig.III.3.48). Ambas litologías reciben grados de modificación en torno al 1 y el 2, exceptuando el contorno de dos ítems de basalto en los que se registra el grado 3 de modificación.

Por último, en un 97,6% de los ítems, la cara activa se encuentra modificada mediante piqueteado, secuencia básica de preparación de la mayoría de superficies de molienda, que, además, son reiteradamente reavivadas mediante secuencias de mantenimiento –piqueteado- de las superficies para conservar la rugosidad de la cara activa.

TRAZAS MANUFACTURA MOLINOS HALULA							
Grado	Secuencias técnicas	Trazas contorno		Trazas reverso		Trazas cara cativa	
		N	%	N	%	N	%
0	<i>Sin modificar</i>	0	0	1	2,4	0	0
1	<i>Talla</i>	7	17,1	3	7,3	0	0
	<i>Piqueteado</i>	6	14,6	6	14,6	41	97,6
	<i>Abrasion</i>	0	0	5	12,2	0	0,0
2	<i>Piquet+Abrasion</i>	1	2,4	0	0	0	0,0
	<i>Talla+Piqueteado</i>	10	24,4	5	12,2	0	0,0
3	<i>Talla+Piquet+Abra</i>	1	2,4	0	0	0	0,0
	<i>Pulido</i>	1	2,4	0	0	0	0,0
	<i>Imperceptible</i>	11	24,4	13	29,3	0	0,0
	<i>Indeterminado</i>	5	12,2	7	17,1	1	2,4
	<i>2º cara activa opuesta</i>			2	4,8		
	<i>Total</i>	42		42		42	

Fig. III.3.47. Tabla resumen con las trazas de manufactura observadas en los molinos de tell Halula.

	MANUFACTURA / MATERIA PRIMA MOLINOS HALULA									
	Grado modificación CONTORNO					Grado modificación REVERSO				
	0	1	2	3	Imperct/Indet.	0	1	2	3	Imperct/Indet.
BASALTO		11	8	2	12		7	9		17
CALIZA		2	3		3	1	3	2		2

Fig. III.3.48. Distribución absoluta de los molinos elaborados en basalto y en caliza de tell Halula con los diferentes grados de modificación del contorno y del reverso (manufactura).

El registro de las variables métricas de los molinos también se ha visto afectado por el grado de fracturación de los artefactos (Fig.III.3.49). Un total de 9 ítems conservan su longitud original, distinguiéndose, tras el análisis cruzado del ancho (A) y el largo (L) de los molinos, tres grupos métricos posibles (fig. III.3.50). En esta tripartición prima la distinción entre diferentes anchos, medida que guarda especial correlación con la métrica de las moletas que serán utilizadas sobre los molinos (ver *infra* apartado 3.3).

El grosor de los ítems se presenta como otra variable discriminante en los molinos, ya que existe una variación considerable en lo que concierne a esta medida (grosor 62mm mín. y 180 mm máx.). La concavidad de los molinos también permite identificar diferencias, ya que pueden registrarse desde 4mm hasta 70mm de profundidad (entre los ítems enteros o medibles)<sup>3</sup>.

En relación con el número de caras activas observadas, todos los molinos presentan una única cara activa, excepto dos casos en los que se documenta una segunda cara activa situada en el reverso del útil. Uno de los casos (HL-38-2016, fig. 3.3.33a) se corresponde con un fragmento de pequeñas dimensiones que podría haber sido reutilizado como útil activo tipo pulidor por medio de su cara convexa, opuesta a la cara que habría actuado como molino. El otro ejemplar (HL-4D-2075, fig. 3.3.31d-e) es un molino que presenta una superficie activa secundaria situada en el reverso, a modo de pequeña concavidad o cúpula (60 mm x 57 mm y 4 mm de prof.) para efectuar actividades de trituración o mezcla de substancias.

Medida/N	Tamaño Molinos HALULA				Nº Caras Activas	Nº Molinos
	̄	s.d.	min	max		
Long(mm)/9	380,0	108,9	250	570	1	40
Anch(mm)/16	217,6	61,9	126	310	2	2
Gros(mm)/16	99,6	35,2	62	180		
Prof(mm)/6	30,0	24,7	4	70		
Sup. Act (cm²)/10	798,9	401,9	350	1653		

Fig. III.3.49. Resultados del análisis métrico de los molinos: izquierda, valores medios de las diversas medidas calculadas; derecha, registro de las caras activas de los molinos.

De la misma forma que la métrica, el análisis de la morfología también se ha visto afectado por el elevado número de molinos fracturados (49% morfología indeterminada). De las formas en planta identificadas, la **elíptica/oval** predomina notablemente sobre las formas irregular, rectangular y, por último, la circular (fig.III.3.51). Estas formas en planta de los molinos son principalmente tributarias del bloque de materia prima que fue recolectado, de manera que el proceso de manufactura no alteró significativamente la forma original del bloque.

<sup>3</sup>Ver *infra* la relación entre grosor y profundidad de la concavidad de los molinos (fig. III.3.56).

Las morfologías en sección de las caras activas de los molinos presentan cierta variabilidad, a pesar de que dominan las formas cóncavas en ambos ejes (n=11), seguidas de las recto-cóncavas (n=4) y las convexo-cóncavas (n=2). Estas morfologías en sección se generan a través del tipo de contacto con el útil superior, el cual desgasta la superficie activa del molino de una u otra forma. Destacan dos ejemplares de una variante morfológica específica, los perfiles asimétricos en sentido longitudinal (ej. HL-2H-2051, Fig III.3.52), los cuales se producen a partir del gesto técnico de vaivén, en el que se aplica una mayor fuerza en uno de los extremos del molino durante el proceso de molienda. Por último, los reversos o bases de los molinos son

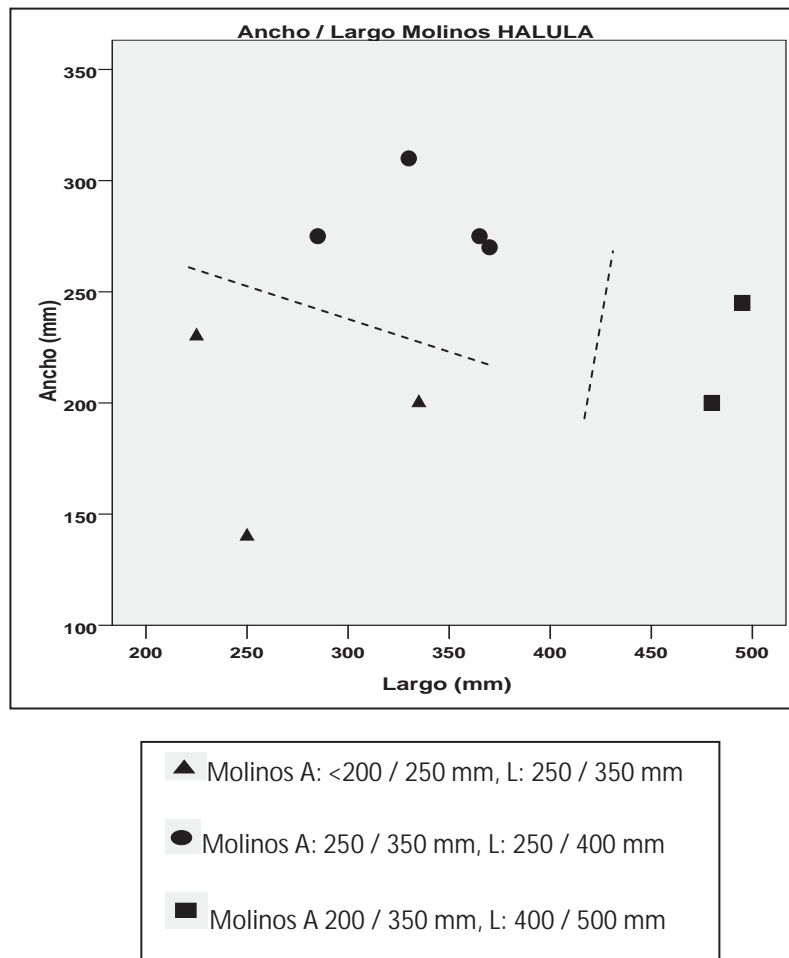
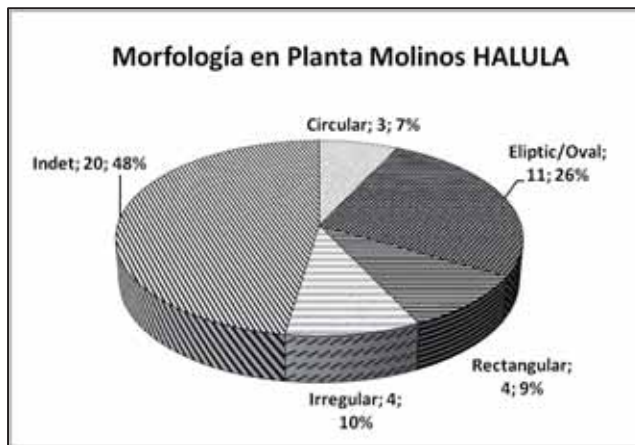


Fig.III.3.50. Tripartición de los molinos de tell Halula en base a las variables métricas Ancho y Largo.





MOLINOS		
SecTransv	SecLong	N
CV	CV	11
RT	CV	4
CX	CV	2
CV	RT	1
RT	RT	0
Indet		23

Reverso Molinos	
CX	22
RT	9
Irreg	3
Indet	8

Fig. III.3.51. Resultados de las variables morfológicas: arriba izquierda, morfología en planta de los molinos; arriba derecha, morfologías en sección de las caras activas de los molinos; abajo, morfología de la base o reverso de los molinos.

mayoritariamente en formas convexas (n=22), exceptuando dos grupos de morfología recta (n=9) e irregular (n=3).

En cuanto a la tipología, el conjunto de molinos de tell Halula ha sido clasificado a partir de los dos grupos principales definidos en el capítulo 2 (Fig.III.3.55). En primer lugar, los molinos del **grupo 1 (1a y 1b)** corresponden a molinos cuyas evidencias morfométricas y traceológicas denotan un **trabajo en pareja** vinculado con un útil activo o superior, que en el caso del equipo de

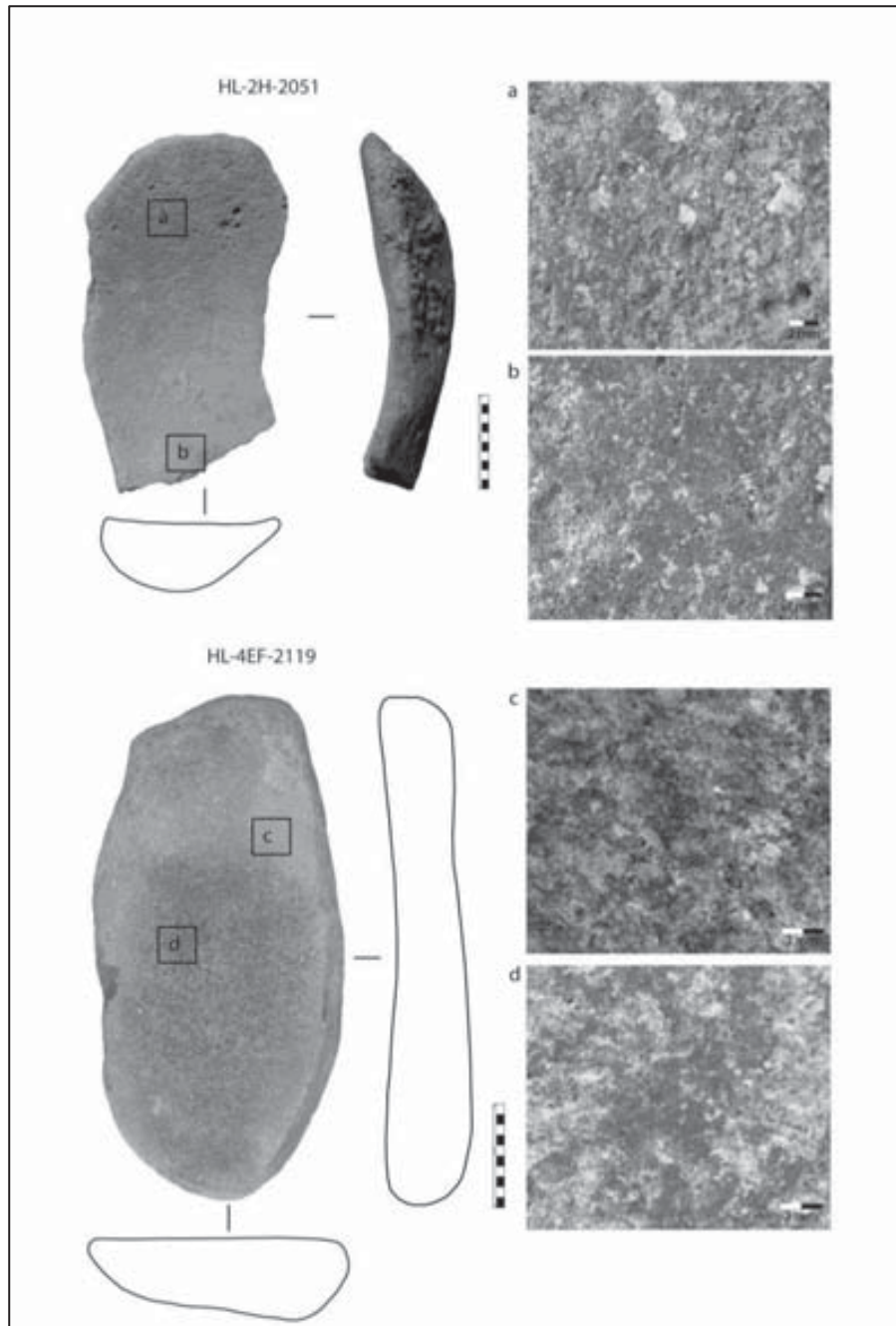


Fig.III.3.52. Ejemplos de molinos tipo 1a de tell Halula. Topografías: a y c, plataforma de homogeneización rugosa con piqueteado anterior; b y d, plataforma de homogeneización lisa con piqueteado anterior.

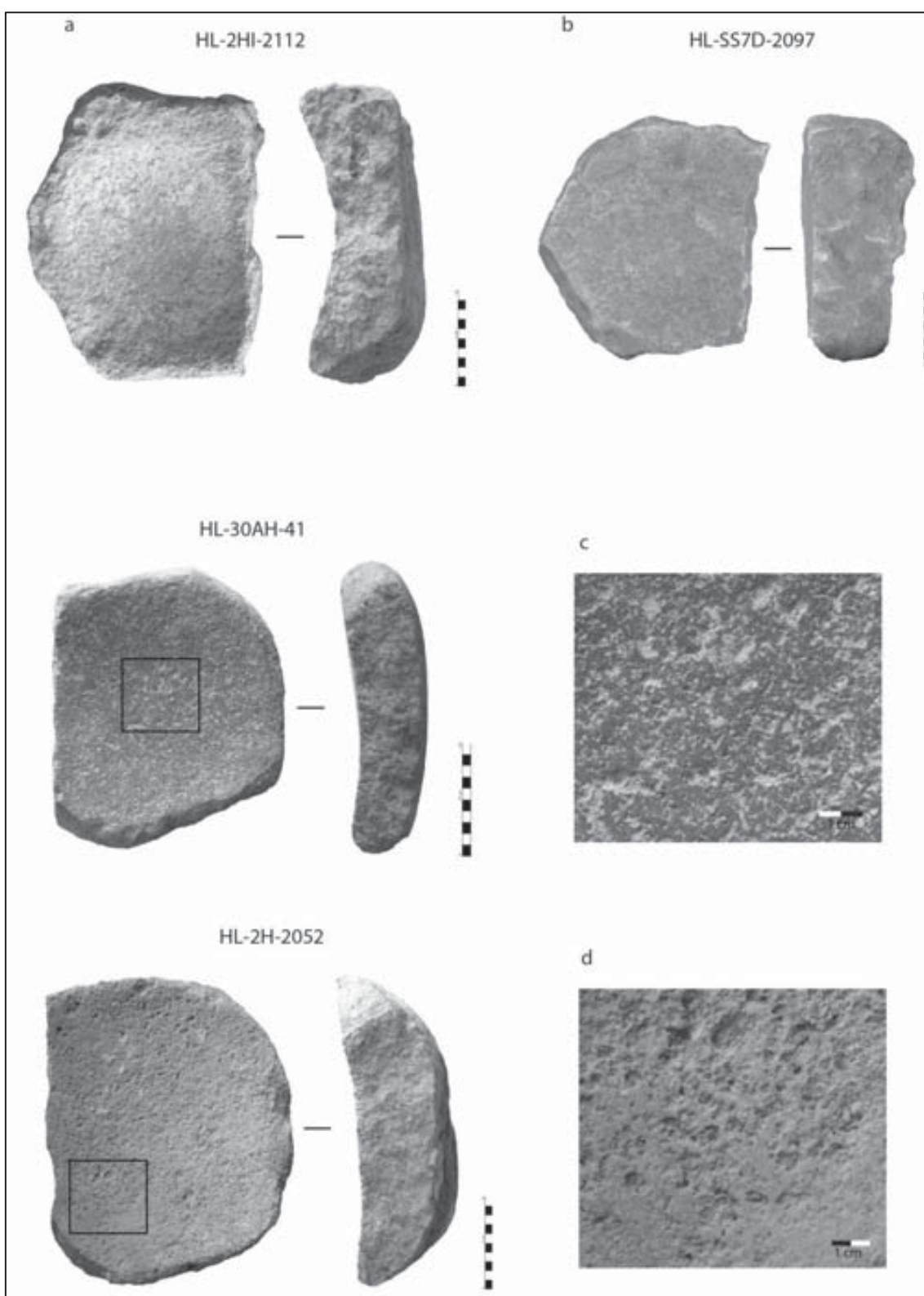


Fig.III.3.53. Ejemplos de molinos tipo 1b de tell Halula. Topografías: c y d, plataforma de homogeneización lisa.

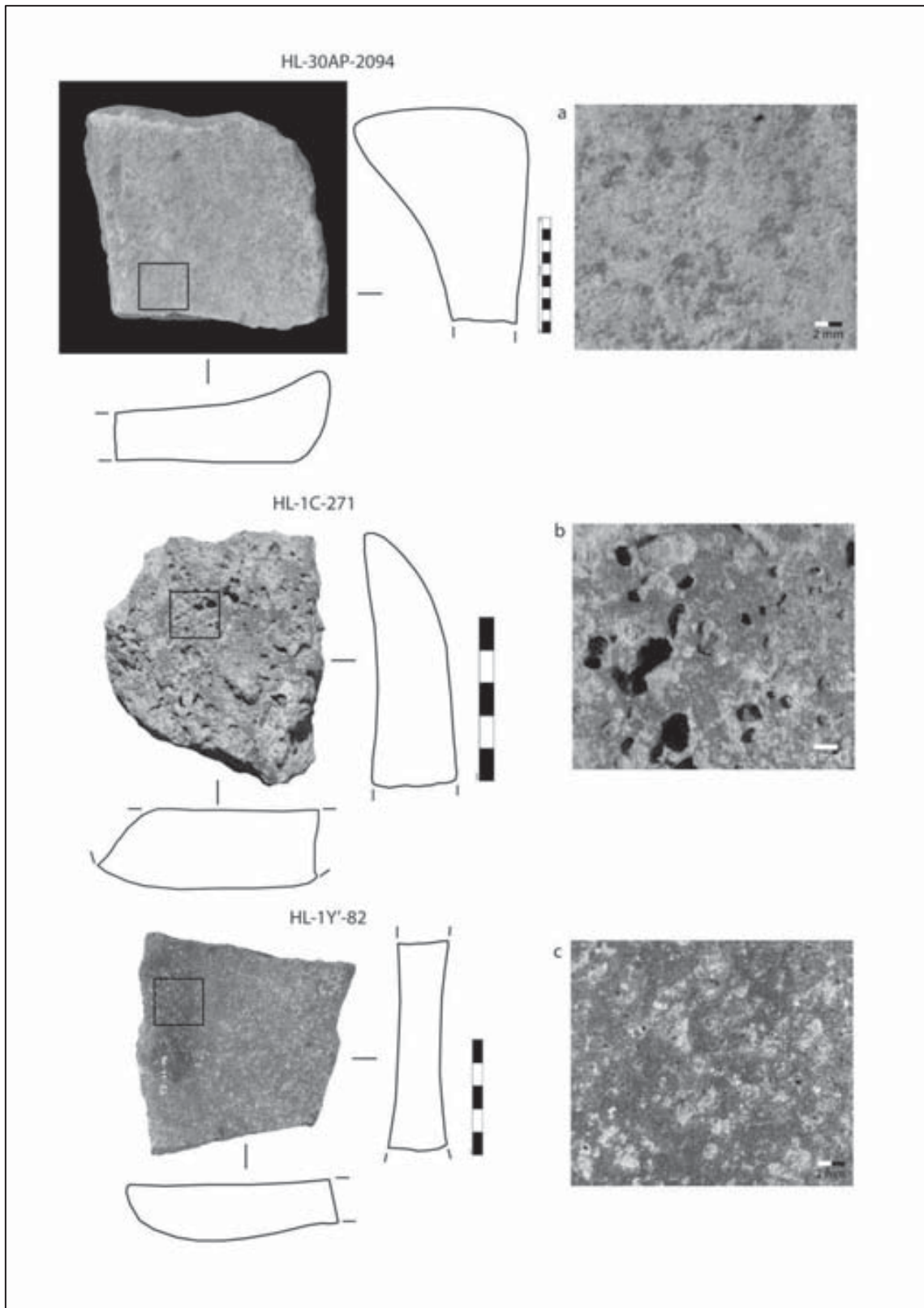


Fig. III.3.54. Molinos grupo 2: a, patrón de desgaste 2c; b y c, patrón de desgaste 2b.

molienda, corresponde a una moleta. Dentro de este primer grupo, el **tipo 1a** (Fig. 3.3.31) reúne los molinos que presentan evidencias de haber sido utilizados mediante gestos técnicos de **vaivén**; mientras que el **tipo 1b** (Fig.3.3.32) parece relacionarse con gestos de moliendacirculares. Por último, el **grupo 2** (Fig. 3.3.33), más **heterogéneo** en sus características, agrupa los ítems habitualmente fracturados que parecen haber sido utilizados de **forma independiente**, es decir, sin asociación con un útil superior.

TIPOLOGÍA MOLINOS HALULA						
GRUPO 1			GRUPO 2 / TIPO 2	INDET	Total	
Tipo 1a	Tipo1b	Tipo 1 Indet				
N	12	8	5	12	5	42
%	28,6	19,0	11,9	28,6	11,9	

Fig.III.3.55. Distribución absoluta y porcentual de los tipos de molinos documentados en tell Halula.

### 3.1.2. Caracterización traceológica de las superficies de desgaste de los molinos (niveles de observación 1 y 2)

Mediante la descripción traceológica a bajos aumentos de las superficies activas de los diversos tipos de molinos documentados se pretende destacar las diferencias y semejanzas observadas a nivel *intra* e *inter*-grupual que permitan obtener datos para el análisis funcional de los útiles<sup>4</sup>.

#### MOLINOS GRUPO 1

##### Molinos tipo 1a (n=12)

###### *Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

- Formación de **plataformas de homogeneización lisas**, casi siempre desarrolladas sobre fosillas de piqueteado anterior. Estas plataformas se desarrollan sobre todo concentradas en la parte central de la cara activa (HL-4EF-2119; HL-2H-2051; HL-4H-2099) y también en los laterales de la misma. El proceso de formación se debe al contacto entre útil superior (moleta) y útil inferior (molino)(fig.3.3.31a-b).
- Las plataformas de homogeneización lisa aparecen en contacto con otras zonas donde se observa la creación de **plataformas de homogeneización rugosa**, formadas por el mismo proceso de contacto roca contra roca, pero de menor intensidad (fig.3.3.31c). Estas plataformas rugosas también vienen asociadas con fosillas de piqueteado anterior, mejor conservadas que en las plataformas de textura lisa. Por último, ambos tipos de plataformas (lisas y rugosas) tienen morfologías en sección de tipo abombado o convexo, aunque el grado de convexidad sea variable según las zonas de la cara activa.
- Áreas de **piqueteado intenso** sobre todo en los extremos de las caras activas (HL-4EF-2119, fig.III.3.52c) y en los laterales; aunque en superficies recientemente reavivadas, la distribución puede ser más extensa (HL-4H-2042).
- **Trazas lineales** en forma de rascadas irregulares y cortas o mediante el alineamiento debido a la abrasión recíproca (vaivén) de los bordes de las vesículas y/o fosillas de piqueteado (HL-4H-2099; HL-2H-2051). Cuando las trazas lineales aparecen o son observables, éstas presentan una orientación longitudinal siguiendo el eje mayor del molino.
- La aparición de **pulidos** está estrechamente relacionada con las zonas de homogeneización lisa. La

<sup>4</sup>De forma complementaria, el análisis mediante microscopía a grandes aumentos de los **pulidos** (*niveles de observación 3 y 4*) permitirá aportar más datos sobre las materias trabajadas con este conjunto de molinos. Esta parte del análisis se desarrolla en el cap. 3.4.

formación de pulidos siempre aparece en estas zonas regularizadas de la topografía (debido a la abrasión roca contra roca), de manera que suelen situarse en la zona central de la cara activa (HL-4EF-2119, fig.III.3.52d), o en los laterales (HL-4D-2075, Fig. 3.3.31e).

- El único ejemplar de molino sobre **caliza** (HL-12'-200, fig.3.3.31b) del subgrupo 1a presenta las mismas características que el resto de superficies del subconjunto elaborado sobre basaltos, excepto que el molino sobre caliza **no presenta zonas de pulido**.

#### *Nivel 2. Descripción de las trazas (Microtopografía)*

##### **Patrón 1a**(Fig.3.3.34):

- En las **plataformas de homogeneización lisa** se observa una **microtopografía alta con rugosidad de rango bajo**; mientras que en las plataformas de textura rugosa, lógicamente la rugosidad es de rango alto.

- En ambas áreas, se observa una complementariedad entre zonas altas regularizadas y entrelazadas o bien con fosillas de un piqueteado anterior, o bien con vesículas naturales en el caso de los basaltos vesiculares. También se observa un desgaste diferencial entre granos de minerales diferentes, siendo los cristales de olivino alterados a iddingsita los más afectados por microfracturas y desprendimiento de algunos fragmentos de cristal.

- Los **pulidos** desarrollados sobre las plataformas de homogeneización lisa presentan un grado de **reflectividad bajo**, y siempre en asociación con fosillas de piqueteado que pueden ser tanto anteriores como posteriores en el ciclo de vida del artefacto. En ocasiones, sobre estas zonas de pulido se generan **estrías finas y cortas con orientación longitudinal** (siguiendo el sentido del movimiento de vaivén, como en HL-4EF-2119, fig.III.3.52d).

- La organización del micro-relieve en las **plataformas de homogeneización rugosa** se estructura a partir de agregados de granos de sección convexa. Estos conjuntos son el resultado de una superficie previamente alterada por un proceso de piqueteado (manufactura), el cual ha sido desgastado por un arrasamiento leve/moderado de las asperezas (debido al uso). Se observan también **microfracturas** (cuyo origen se sitúa en el proceso de manufactura + uso) situadas sobre y entre las plataformas de homogeneización rugosa.

- En todos los casos, se observa que la topografía baja (interior de fosillas de piqueteado e interior de vesículas) se mantiene prácticamente intacta con posterioridad al proceso de manufactura.

#### **Molinos tipo 1b (n=8)**

##### *Nivel 1. - Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

Los patrones observados en el tipo 1b de molinos son similares a los descritos para el tipo 1a, exceptuando algunas especificidades.

- En primer lugar, se documenta también una asociación entre **plataformas de homogeneización de texturas lisas y rugosas**, aunque las rugosas son mucho más comunes y de mayor extensión en este segundo tipo, y, por tanto, las plataformas lisas presentan una menor extensión. En consecuencia, la observación de superficies que desarrollen **pulidos** también es mucho menor, concentrándose principalmente en las zonas de máxima fricción entre ambos útiles (en el caso de HL-4H-2102, pulido sobre el extremo inferior de la cara activa, identificada como una posible zona de evacuación de la materia trabajada, fig.3.3.32b). Por último, también se identifican **fosillas de piqueteado** (debido a la **manufactura/mantenimiento** del útil) en la mayoría de superficies activas.

- Por otro lado, la mayor parte de las plataformas presenta una **morfología en sección de tipo abombada o convexa**, exceptuando los ítems HL-30AH-41 y HL-2H-2052 (Fig. III.3.53c-d). Estos útiles presentan una topografía regularizada a partir de una plataforma de homogeneización lisa de sección plana que se extiende por toda la cara activa. Se observan dos grupos de fosillas de piqueteado, uno anterior al desarrollo de la plataforma de homogeneización, y otro posterior a la misma.

- Los cuatro ítems sobre **caliza** (HL-2H-2041; HL-SS7D-2097; HL-SB1'-2098; HL-2HI-2112) incluidos en este subgrupo 1b muestran los mismos patrones de trazas que el resto de útiles en basalto (plataformas de homogeneización rugosa, mayoritariamente).

- Por último, se distinguen dos patrones de superficies a nivel macroscópico en este tipo 1b de molinos:

- Tres molinos en los que las plataformas de **homogeneización lisa son más extensas**, se observan algunas **estrías con orientación concéntrica**, y con el desarrollo de pequeñas **zonas pulidas** en dos de ellos (HL-30AH-41fig.III.3.53c; HL-4H-2102 fig.3.3.41d). Mayor similitud con el Patrón 1a.
- Cinco molinos donde la mayor parte de la **superficie homogeneizada** es de **textura rugosa**, y sin presencia de pulidos ni de trazas lineales (ej. HL-47/2-2089 Fig.3.3.32a).

### *Nivel 2. Descripción de las trazas (Microtopografía)*

La tabla de parámetros descriptivos de las huellas de uso observadas sobre el tipo 1b de molinos presenta los mismos valores que el subgrupo 1a (Fig.3.3.34.,Patrón P1a) distinguiéndose, como se indica en el nivel anterior, una mayor formación de plataformas de homogeneización de textura rugosa. Así mismo, la organización de la microtopografía también es muy semejante entre ambos tipos, 1a y 1b.

### *Lectura funcional molinos 1a y 1b: Hipótesis a partir de los niveles 1 y 2 de observación*

En los **molinos tipo 1a**, las plataformas de homogeneización de sección convexa/abombada se generan debido a una **utilización de los útiles en pareja** (asociación molino-moleta) con un tercer cuerpo intermedio (la materia a trabajar). Las zonas de fricción (contacto) entre ambas superficies activas producen el **alisado** de las plataformas de homogeneización. En estas zonas, las áreas de máxima intensidad y prolongación del contacto entre superficies provoca el surgimiento de **pulidos en la microtopografía alta de las plataformas lisas**, normalmente situadas en los laterales y en el extremo de la cara activa del molino (zonas de máxima fricción entre molino y moleta). Las zonas de menor contacto corresponden a las **plataformas de homogeneización rugosa**. La hipótesis funcional para este grupo a partir de su correlación con los patrones de desgaste observados durante la experimentación apunta a que se trata de molinos para la molienda de materias vegetales en forma de granos (principalmente de cereal). La presencia recurrente de zonas con fosillas de piqueteado es una constante en los molinos utilizados en la molienda de granos de cereal (cap. 3.2). Los ítems incluidos en el tipo 1a muestran un aspecto muy homogéneo, por lo que son considerados como útiles **unifuncionales**.

Los **molinos tipo 1b** comparten muchas de las citadas características vinculadas con el trabajo en pareja junto a una moleta (plataformas de homogeneización lisa y rugosa, fosillas de piqueteado, presencia de pulidos en las zonas de máximo contacto molino-moleta). Sin embargo, en los molinos accionados con movimientos circulares de tell Halula se ha observado dos patrones diferenciados que podrían corresponder a diversos tipos de procesado. Por un lado, las superficies que más **se asemejan al Patrón 1a**, y, por tanto, vinculadas con el procesado de granos de cereal; y por otro lado, las superficies de **textura menos alisada, más rugosa** y sin desarrollo de pulidos ni estrías. Según el referencial experimental (cap.3.2), este segundo tipo de superficies han sido obtenidas tras el procesado de legumbres como Lens, y opcionalmente también con el descascarillado de cereales vestidos.

Por último, los patrones de trazas observados en los ítems incluidos en el tipo 1b muestran un aspecto más heterogéneo, por lo que en algunas ocasiones podrían considerarse como útiles **multifuncionales**.

## **MOLINOS GRUPO 2**

### *Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

Debido a la variabilidad traceológica documentada en el grupo 2 de molinos, se han diferenciado dos tipos de estados de superficies activas, más un caso singular de útil con dos caras activas:

- **G2b**(n=7) incluye una serie de ítems fracturados de basalto con plataformas de homogeneización muy extensas y lisas, todas ellas de **sección extremadamente plana** (arrasamiento intenso de las asperezas). Entre ellos, algunos presentan evidencias de fosillas de un piqueteado anterior (probablemente de preparación de la superficie activa) por debajo de la actual plataforma de desgaste alisada. Por último, lo que caracteriza principalmente a este grupo de útiles es la presencia de **pulidos** en las áreas centrales de las plataformas, incluso cubriendo gran parte de la superficie activa conservada en muchos de estos ítems (Fig.III.3.54b-c).

- **G2c** (n=4) comprende ítems con superficies activas con un nivelado irregular, con fracturas y fosillas de piqueteado intenso. No se observan huellas de pulido (Fig.3.3.33b-c).

- Finalmente, un ítem singular no se rige por los anteriores criterios:

- **HL-38-2016** destaca por presentar una superposición de patrones de desgaste, el más reciente de los cuales está compuesto por fosillas de piqueteado que destruirían una plataforma de homogeneización lisa anterior en la cara anversa (sección cóncava), y una plataforma de homogeneización lisa con pulido leve en la cara reversa (sección plana) (fig.3.3.33a).

### *Nivel 2. Descripción de las trazas (Microtopografía)*

La microtopografía observada en las **superficies de desgaste 2b**(Fig.3.3.35.) se caracteriza por un grado de rugosidad bajo. Los pulidos que se generan sobre las plataformas de homogeneización lisa en este patrón presentan un grado de reflectividad bajo. A diferencia de los pulidos observados entre los molinos del G1, los pulidos del P2b presentan una trama cubriente que no ha sido alterada por fosillas de piqueteado.

Respecto a las superficies de desgaste **G2c** (Fig.3.3.36.), la microtopografía observada destaca principalmente por un grado de rugosidad muy alto, un nivelado disperso de la microtopografía alta y la presencia de microfracturas y fisuras de granos.

### *Lectura funcional molinos grupo 2: Hipótesis a partir de los niveles 1 y 2 de observación*

- **G2b.**Ítems o fragmentos de ítems utilizados (y en algunos casos reutilizados) para otros usos diferentes a la molienda de vegetales. Los patrones traceológicos observados, caracterizados por plataformas de homogeneización **muy planas**, con un arrasamiento de las asperezas muy marcado y de distribución cubriente, y **pulidos** de reflectividad media-alta y distribución cubriente, se relacionan a nivel funcional con el procesamiento de sustancias o bien abrasivas (minerales: pigmentos y rocas), o bien de composición grasienta u oleaginosa (pieles; carne; frutos, como la almendra). En las experimentaciones también se han registrado pulidos, aunque mucho más leves y sólo observables en el Nivel 2, durante el procesado de hueso y concha (cap.3.2).

- **G2c.**Se trata de superficies de abrasión cuya topografía es muy irregular, con una **alta rugosidad**, presencia de **fosillas de piqueteado y microfracturas** y sin apenas formación de plataformas de homogeneidad; por lo que se descarta un uso combinado con otro instrumento superior (tipo moleta) que implique un fuerte contacto entre ellos. En este nivel de análisis, se propone un uso relacionado con el procesado de materias minerales (Fig.3.3.33b-c-d) que pueda requerir el reavivado reiterado de las superficies activas para mantener un grado alto de rugosidad.

En cualquier caso, cabe destacar que tanto el grado de fragmentación intenso que presentan todos los ítems del grupo 2, como la variabilidad de trazas de uso observadas, podrían estar indicando que estos útiles fueron reutilizados una o varias veces para diversos usos, por lo que se consideran como útiles mayoritariamente de tipo **multifuncional**.



### 3.1.3. Síntesis del análisis de los molinos

En cuanto al estudio de los tres tipos de molinos documentados en tell Halula, el cuadro de la figura 3.3.30 presenta de forma sintética los datos que permiten caracterizar la producción y la gestión de esta categoría de útil.

#### - Manufactura y mantenimiento.

Se constata una mayor homogeneidad en la materia prima de los molinos tipo 1a (se utilizan principalmente basaltos vesiculares y compactos), y una mayor heterogeneidad en los tipos 1b y 2 (calizas, basaltos, arenisca). A nivel de materia prima, por tanto, los basaltos parecen ser utilizados con preferencia por los molinos del tipo 1a (molienda de cereal), mientras que las calizas y, en menor medida, la arenisca, se destinan a un rango de funciones más variadas (molinos tipo 1b y 2).

Así mismo, se observa una notable inversión de trabajo en la manufactura del contorno y reverso de los molinos del tipo 1a, y también del tipo 1b, para la consecución de un contorno redondeado y de planta elíptica/oval (1a) y circular (1b). En cambio, se identifica una menor inversión de trabajo en la manufactura de los molinos del tipo 2 entre aquellos que conservaban trazas de manufactura. La cara activa de los molinos, que nunca es formateada de forma intencionada (la concavidad es fruto del desgaste del útil), se modifica casi siempre mediante un piqueteado de la superficie para aumentar la rugosidad. Las secuencias de reavivado están presentes únicamente en los molinos del tipo 1a (n=3) y 1b (n=1). Se observa un mayor índice de fracturación en el tipo 2 de molinos, y una menor presencia de fosillas de piqueteado (sólo en el patrón 2c).

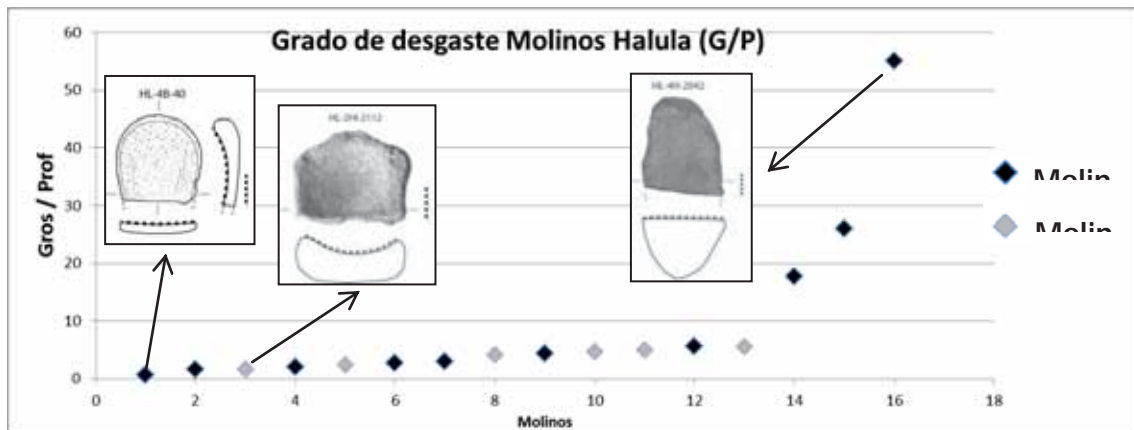


Fig. III.3.56. Módulo Grosor máximo del útil / Profundidad de la cara activa utilizado para evaluar el grado de desgaste de los molinos de tell Halula. Los ítems del grupo 2 no han sido incluidos debido al alto grado de fragmentación que presentan.

Por otro lado, si bien se ha registrado cierta variabilidad dentro de un mismo tipo de molinos en relación con el grado de modificación del artefacto (manufactura, Fig.III.3.47), y con el grado de desgaste (Fig.III.3.56), finalmente no se han identificado subtipos de molinos de forma clara en tell Halula. Respecto al grado de desgaste relativo de los molinos, el módulo

Grosor máx. / Profundidad de la concavidad indica valores semejantes entre los tipos 1a y 1b. Sin embargo, cabe destacar la presencia de tres molinos del tipo 1a con un índice de desgaste superior a 10, lo cual indicaría que éstos útiles no fueron apenas utilizados para la molienda, sino que se depositaron en el registro arqueológico prácticamente sin haber sido usados.

- *Tipología y funcionalidad.*

Los molinos de vaivén (tipo 1a) utilizados mayoritariamente para la molienda de granos de cereal constituyen el tipo dominante entre los documentados en el periodo PPNB Medio (Fig.III.3.57). La falta de registro artefactual en el PPNB Reciente nos remite directamente al periodo Pre-Halaf, etapa en la que el tipo 1b y 2 de molinos aparecen en cantidades similares al tipo 1a. Según estos datos, a partir de entonces se estarían procesando otras materias además de los cereales (incluyendo también el descascarillado de cereales vestidos), como las legumbres, otros tipos de productos vegetales (plantas, madera), minerales (rocas, pigmentos) y animales (piel). Finalmente, la documentación en el periodo Halaf vuelve a ser muy escasa, apareciendo un ejemplar del tipo 1a y dos del tipo 2.

TIPOLOGÍA Y TRACEOLOGÍA MOLINOS HALULA						
PERIODO	GRUPO 1			GRUPO 2 / TIPO 2		
	Tipo 1a	Tipo1b	Tipo 1 Indet	Patrón G2b	Patrón G2c	G2 indet
<i>PPNB Medio</i>	5	1	2			
<i>PPNB Reciente</i>						
<i>Pre-Halaf</i>	6	6	1(+1*)	3(+4*)	2(+1*)	
<i>Proto-Halaf</i>						
<i>Halaf</i>	1				1	1

Fig.III.3.57. Distribución absoluta de los tipos de molinos documentados en tell Halula a lo largo de los periodos de ocupación del poblado. \*adscripción dudosa al periodo histórico indicado.

Cabe destacar la presencia de la zona de evacuación del producto molido (característica de los molinos denominados *abiertos*), tan sólo identificada de forma dudosa en dos ejemplos de tell Halula, los molinos HL-1Z'-200 (tipo 1a) y HL-4H-2102 (tipo 1b). Esta apertura constituye una característica funcional habitual en los molinos PPNA del yacimiento vecino de Jerf el Ahmar (fig.3.3.1X), y que desaparece en los molinos PPNB, PreHalaf y Halaf de tell Halula.

Los molinos tipo 1b (molienda circular) se relacionan a nivel traceológico con el procesado de granos de cereal (molienda y descascarillado), pero también con otros productos como las legumbres y otros vegetales. A modo de ejemplo comparativo, los habitantes de Tichitt (Mauritania) distinguen entre los molinos para moler cereal, siempre utilizados mediante movimientos de vaivén (forma alargada del útil), y los molinos para procesado de plantas (tabaco, incienso), que pueden ser alargados o circulares (Roux 1986). En tell Halula, las diferencias traceológicas observadas en este tipo de molinos podrían estar indicando el desempeño de varias funciones (cereales; cereales+legumbres; plantas oleaginosas; etc).

Respecto al tamaño de los molinos, cabe destacar que los molinos del grupo 1 de mayor longitud (>350 mm hasta 570mm) se han recuperado tanto en contextos del PPNB Medio (n=2) como en los del Pre-Halaf (n=2) (Fig.III.3.58). De esta forma, los posibles cambios en las técnicas de procesado de cereales no parecen afectar al tamaño de los molinos, ya que en

toda la secuencia de ocupación de tell Halulase documentan molinos de mayor y de menor tamaño de forma contemporánea.

TAMAÑO MOLINOS HALULA		
GRUPO 1		
PERIODO	<i>Long 225-350mm</i>	<i>Long &gt;350mm</i>
<i>PPNB Medio</i>	3	2
<i>PPNB Reciente</i>		
<i>Pre-Halaf</i>	4	2
<i>Proto-Halaf</i>		
<i>Halaf</i>		

Fig.III.3.58. Tamaño máximo de los molinos del grupo 1 a partir de la longitud máxima registrada en los distintos periodos de ocupación de tell Halula. Los molinos del grupo 2 han sido excluidos debido al alto grado de fracturación que presentan, y que dificulta el cálculo de la longitud original del artefacto.

El grupo 2 de molinos, constituido por ítems repercutores que no presentan evidencias de haber funcionado junto a una moleta o útil percutor, se caracteriza por un alto grado de fragmentación (100% fragm.) y dimensiones métricas mucho menores, destacando el grosor y la profundidad de la cara activa, muy inferiores a las que presenta el grupo 1 de molinos (tabla fig.3.3.30). A nivel traceológico, destaca también la ausencia de episodios de reavivado por piqueteado de la superficie activa, muy recurrentes en los molinos del grupo 1 asociados al procesado de granos de cereal y otras plantas (legumbres), y sobre todo por la distinción de dos patrones singulares de trazas de uso, que se vincularían con el procesado de materias minerales o de composición grasienta u oleaginosa. De esta forma, el grado de fragmentación, la variabilidad traceológica y las reducidas dimensiones de este grupo de útiles plantea la posibilidad de que se trate de fragmentos de antiguos molinos del grupo 1 reutilizados para nuevas funciones(abrasión, pulido, etc.). El análisis a grandes aumentos de las superficies de desgaste arqueológicas (niveles 3 y 4 de observación) permitirá obtener lecturas funcionales más acotadas de este tipo de útiles (cap. 3.4).

## 3. 2. Las moletas

### 3.2.1. Manufactura, morfometría y tipología de las moletas

Las moletas constituyen el grupo mayoritario (42,7%) de útiles en el conjunto de tell Halula. Se trata principalmente de cantos y bloques de tamaño medio y formas alargadas u ovals, perfiles de tendencia recto-convexo o convexa-convexo, y levemente transformadas durante el proceso de manufactura, proceso que se centra sobre todo en la preparación de la cara activa. Como se verá a continuación, esta categoría artefactual es bastante homogénea a nivel morfológico. Las moletas también se han visto intensamente afectadas por el grado de fragmentación de los útiles macrolíticos estudiados (el 74,5% de las moletas están fracturadas).

Sobre la preparación del contorno de las moletas (Fig.III.3.59), el 53,3% de las moletas presentan un grado de modificación 1, un 27,4% presentan el grado 2 de modificación, el 3,8% el grado 3, y, por último, un 3,8% no presentan trazas de manufactura (grado 0). Entre las

secuencias técnicas más utilizadas, el piqueteado destaca en un 39,6% de los casos, seguido por los útiles que han experimentado un proceso de talla más piqueteado (20,8%). El tratamiento o adecuación del reverso o zona de presión de las moletas denota una mayor inversión de trabajo, ya que el grado de modificación 2 se documenta en un 38,6% de los ítems, seguido del grado de modificación 1 (22,6%), el grado 3 (9,4%), y, por último, un 4,7% permanece sin modificar (grado 0). Para el reverso, principalmente se implementan secuencias de piqueteado más abrasión (37,7%), mientras que otro grupo de moletas se preparan únicamente por piqueteado (9,4%), abrasión (13,2%), y algunos ejemplares mediante la secuencia completa de talla, más piqueteado y más abrasión (1,9%), y pulido (7,5%). En la mayoría de casos en los que se conservan las trazas, la cara activa se prepara mediante un piqueteado extensivo por todo el anverso del ítem.

Por último, en relación con el tratamiento diferenciado entre las materias primas mayoritarias (fig.III.3.60), se observa una mayor inversión de trabajo en la preparación de los contornos (grados 2 y 3) y de los reversos (grado 2 y 3) de las moletas en caliza, si bien es cierto que los reversos de las moletas en basalto también se han visto notablemente modificados (grado 2 n=47; grado 3 n=5).

TRAZAS MANUFACTURA MOLETAS HALULA							
Grado	Secuencias técnicas	Trazas contorno		Trazas reverso		Trazas cara cativa	
		N	%	N	%	N	%
0	<i>Sin modificar</i>	3	2,8	5	4,7	1	0,9
1	<i>Talla</i>	5	4,7	0	0	0	0
	<i>Piqueteado</i>	41	39,6	10	9,4	70	67,9
	<i>Abrasion</i>	1	9	14	13,2	0	0
2	<i>Piquet+Abrasion</i>	7	6,6	37	37,74	0	0
	<i>Talla+Piqueteado</i>	22	20,8	0	0,9	0	0
3	<i>Talla+Piquet+Abras</i>	3	3,8	2	1,9	0	0
	<i>Pulido</i>	0	0	8	7,5	0	0
	<i>Imperceptible</i>	8	9,4	11	6,6	9	10,4
	<i>Indeterminado</i>	12	11,3	13	12,3	22	20,8
	<i>2º cara activa opuesta</i>			2	1,9		
	<i>Total</i>	102		102		102	

Fig.III.3.59.Tabla resumen con las trazas de manufactura observadas en las moletas.

	MANUFACTURA / MATERIA PRIMA MOLETAS HALULA									
	Grado modificación CONTORNO					Grado modificación REVERSO				
	0	1	2	3	Imperct/Indet.	0	1	2	3	Imperct/Indet.
BASALTO	1	29	22	5	19	1	10	47	5	13
CALIZA		3	16	2	2	1	1	16	3	2

Fig. III.3.60.Distribución absoluta de las moletas elaboradas en basalto y en caliza de tell Halula con los diferentes grados de modificación del contorno y del reverso (manufactura).

La documentación del tamaño (Fig.III.3.61) de las moletas permite evidenciar, en primer lugar, que existe una variabilidad semejante entre la métrica de los molinos y la de las moletas (ver *infra* apartado 3.3?); lo cual da pie a proponer una tripartición a partir de la relación Ancho / Largo de los ítems (Fig.III.3.62). Además, se han documentado 2 casos de moletas con doble cara activa, junto a otros 2 casos dudosos aunque probables, todas ellas con una segunda cara activa para la molienda en el reverso. La mayor parte de las moletas (n=98) son unificiales.

Medida/N	Tamaño Moletas HALULA			
	$\bar{x}$	s.d.	min	max
Long(mm)/33	203,3	58,3	96	365
Anch(mm)/33	121,7	33,2	76	215
Gros(mm)/33	51,8	21,4	29	120
Sup. Act (cm <sup>2</sup> )/33	255,0	121,6	79,04	591

Nº Caras activas	Nº Moletas
1	98
2	2
2prob	2

Fig.III.3.61. Resultados del análisis métrico: arriba, valores medios de las diversas medidas calculadas; abajo, registro de las caras activas de los moletas.

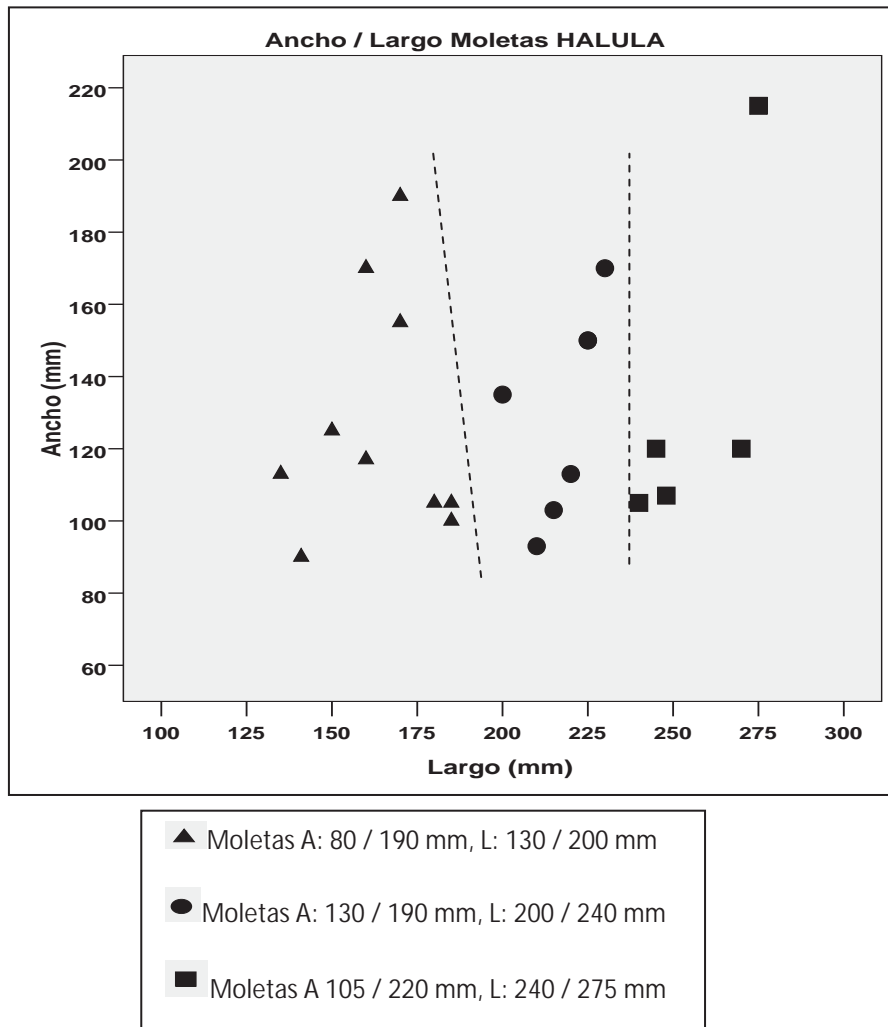


Fig.III.3.62. Tripartición de las moletas de tell Halula en base a las variables métricas Ancho y Largo.

El registro de la variabilidad morfológica de las moletas (Fig.III.3.63) muestra una supremacía de las formas elípticas/ovales en planta (60%), seguida de algunos casos de morfología rectangular (8%) y un caso trapezoidal (1%). Un 31% del total permanece indeterminado a causa del grado de fracturación. Por una parte, la morfología elíptica/oval es tributaria principalmente del bloque de materia prima original, si bien puede ser parcialmente modificada tal y como indica el porcentaje de trazas de manufactura en los contornos (Fig.III.3.59). Respecto a las morfologías en sección, existen dos grandes grupos: por un lado, las formas convexo-convexas en ambos ejes (longitudinal y transversal), y, por otro lado, las recto-convexas en ambos ejes. En otros casos se documentan ejemplos de moletas con caras activas cuyo eje longitudinal es cóncavo (Fig.III.3.65a-b), por lo que deberán relacionarse con gestos técnicos únicamente de vaivén, realizados sobre molinos de sección transversal convexa (conjunto 47/1, fig.3.3.48).

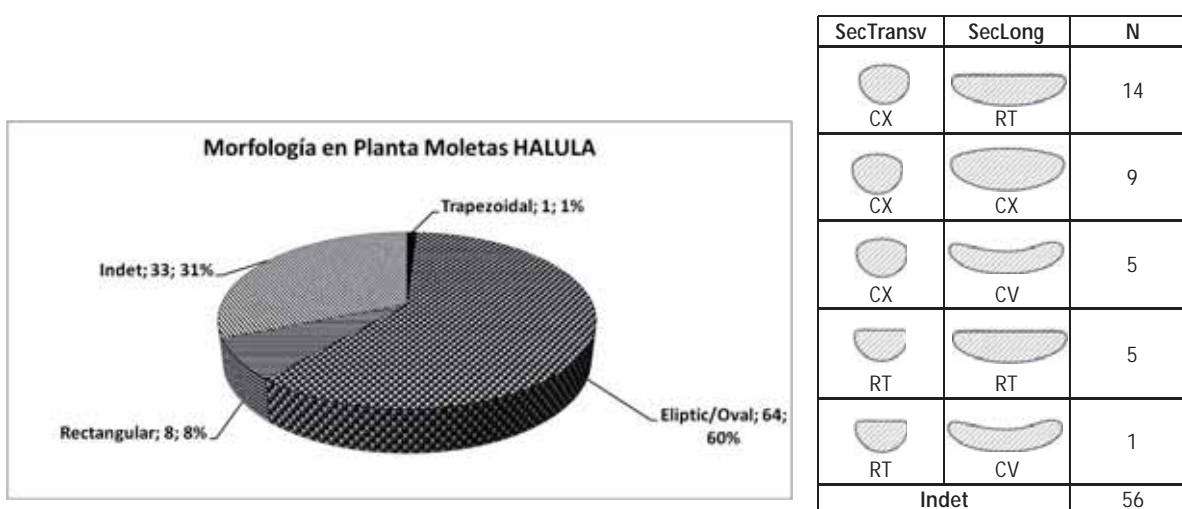


Fig. III.3.63. Resultados de las variables morfológicas: morfología en planta de las moletas (izquierda); morfologías en sección de las moletas (derecha).

Para la clasificación tipológica de las moletas (fig.III.3.64), se han priorizado las variables que permitan relacionar su uso como útiles complementarios a los molinos, además de los casos en los que las evidencias sugieran un trabajo como útil independiente (grupo 2). Al igual que en los molinos, tales variables se basan principalmente en la distribución y la morfología de las superficies activas. De esta forma, el **grupo 1** reúne las moletas que han participado de un **trabajo en pareja**. En un segundo nivel de clasificación, el **tipo 1a** corresponde a las moletas que han trabajado mediante **gestos de vaivén**, y el **tipo 1b** corresponde a moletas que han sido utilizadas mediante gestos principalmente **circulares**. En el conjunto de tell Halula destaca la casi ausencia de moletas tipo 1c (combinación gesto de vaivén+circular), cuya identificación puede haberse visto afectada por la elevada fracturación de los ítems, y sobre todo también por la inexistencia de moletas tipo 1d (moletas-pilón), tan habituales en otros yacimientos contemporáneos y del periodo anterior PPNA (por ej. Jerf el Ahmar).

En el **grupo 2**, se han incluido ítems cuyas características denotan un carácter multifuncional o una reutilización para otras funciones, transformaciones que han influido en el aspecto final del artefacto. La mayoría de casos corresponde a antiguas moletas del Grupo 1 fracturadas y

reaprovechadas, tal y como indica la presencia de cornisas de fracturas que han sido desgastadas y redondeadas por un uso posterior a la fractura del ítem. La asociación de este grupo de moletas con un funcionamiento en pareja parece vincularse en la mayoría de casos sólo en la primera etapa de utilización del artefacto, mientras que su aspecto final indica un trabajo como útiles independientes en las subsiguientes etapas de utilización del artefacto. Por último, cuando el útil se encuentra fracturado de tal manera que no pueden observarse los anteriores criterios de distinción, se incluye en el grupo **Indeterminado**.

TIPOLOGÍA MOLETAS HALULA						
	GRUPO 1			GRUPO 2 / TIPO 2	INDET	Total
	Tipo 1a	Tipo 1b	Tipo 1 Indet			
N	29	3	8	16	46	102
%	28,4	2,9	7,8	13,3	45,1	

Fig.III.3.64. Distribución absoluta y porcentual de los tipos de moletas documentados en tell Halula.

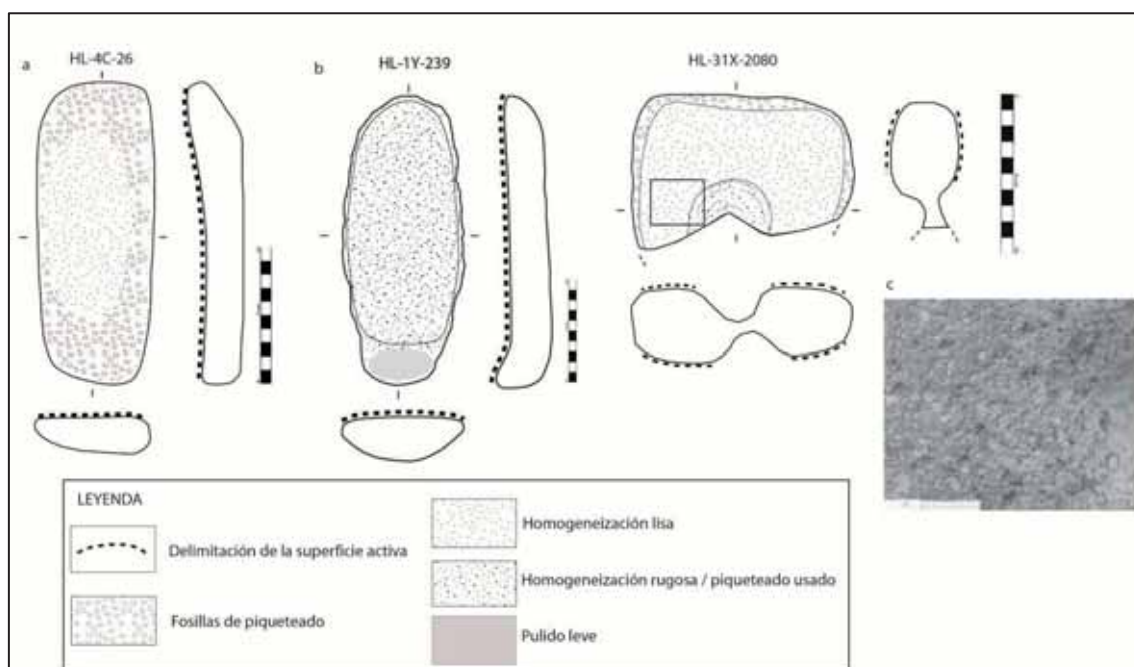


Fig.III.3.65. Moletas con morfologías singulares: a y b, moletas tipo 1a con sección longitudinal cóncava; c, moleta fracturada con doble cúpula y detalle de la superficie activa de trazas de uso.

Existe un ejemplar único de moleta fracturada con doble cúpula (HL-31X-2080, fig. III.3.65c), una en cada cara, semejante a la tipología presentada por Mazurowski (1997) en los yacimientos del norte de Irak (tipos IIID2c y IIIE2c, presentes en Jarmo, M'lefaat y Nemrik 9), y también documentada en Zawi Chemi Shanidar (*muller sub-type IC*, según Solecki 1981:26). Por su parte, Mazurowski considera estas depresiones circulares o cúpulas como caracteres secundarios respecto al uso del ítem como artefacto de molienda, y las interpreta como tabletas de trabajo empleadas en las técnicas de tratamiento del sílex (Mazurowski 1997:41). Por nuestra parte, consideramos el ítem HL-31X-2080 como una moleta reaprovechada para otros usos diferentes al propuesto por Mazurowski. A juzgar por el tamaño de las cúpulas (18-20 mm de prof.), la superficie rugosa del interior de las mismas y la presencia de rascadas concéntricas (posibles trazas de manufactura), este útil podría corresponder a un ítem en

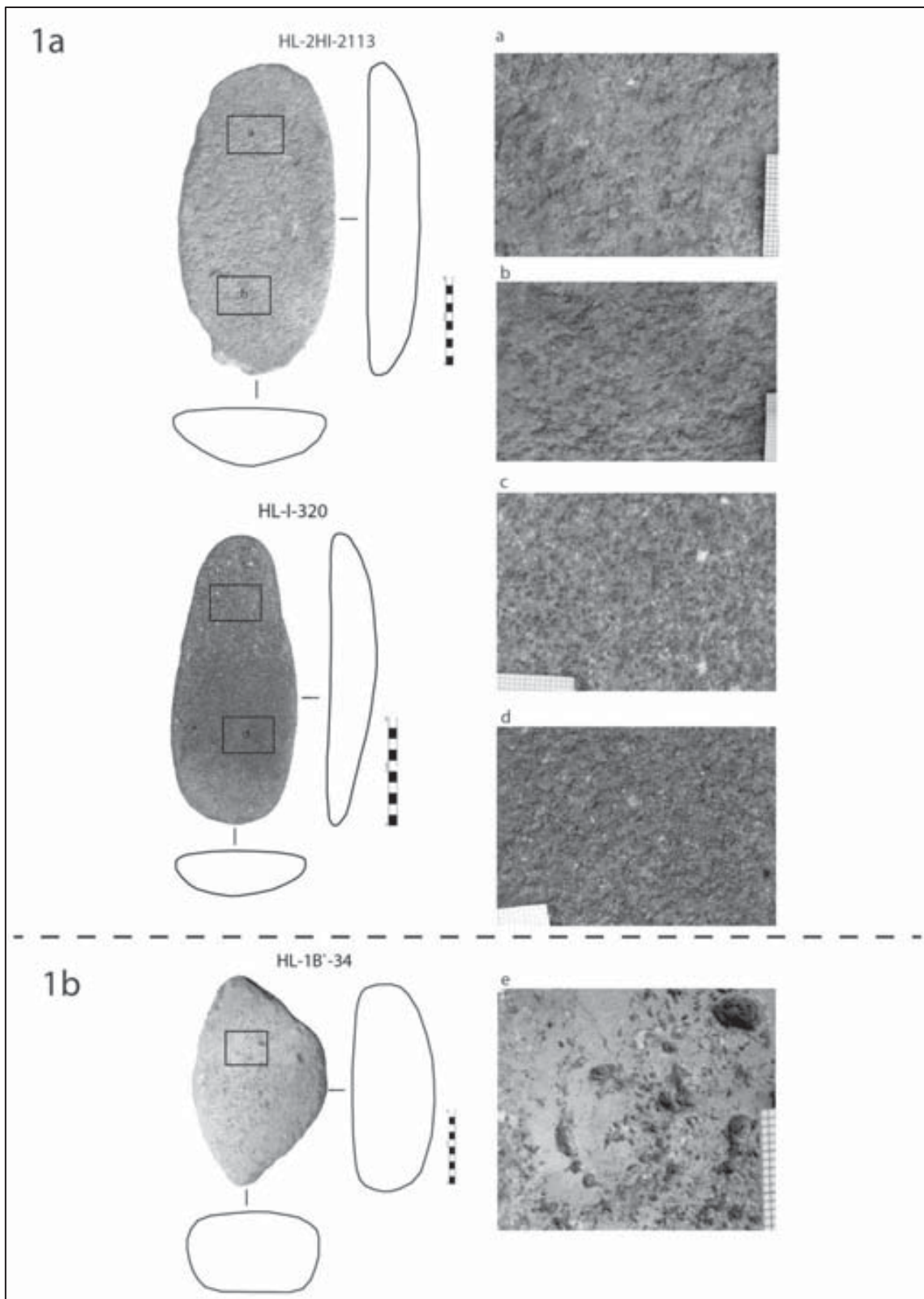


Fig. III.3.66. Ejemplos de moletas tipo 1a y 1b de tell Halula. Topografías: a, b y d, homogeneización rugosa con fosillas de un piqueteado anterior; c, fosillas de piqueteado; e, homogeneización lisa.



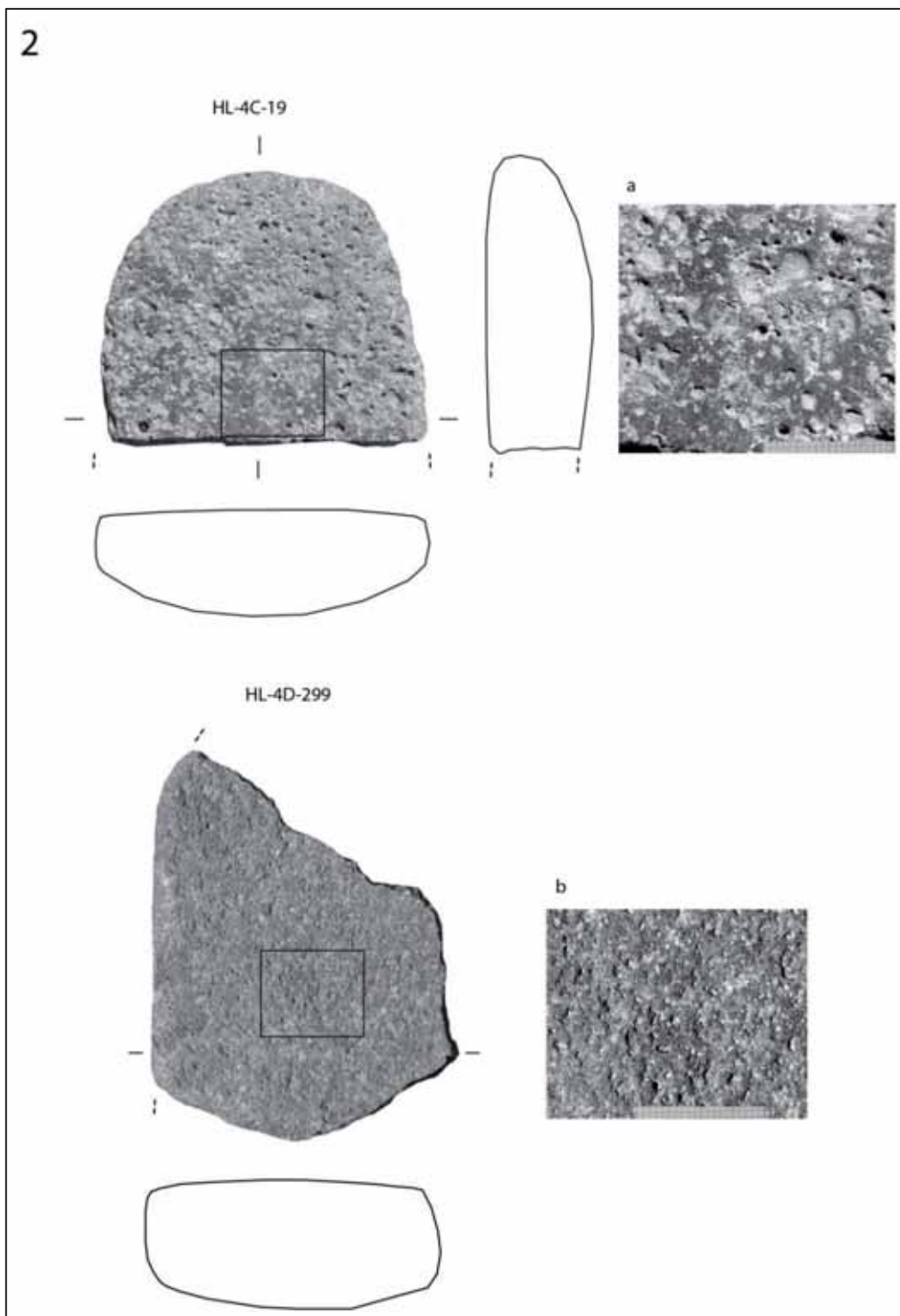


Fig.III.3.67. Ejemplos de moletas tipo 2 de tell Halula. Topografías: a, pulido; b, homogeneización rugosa.

proceso de perforación que se habría fracturado en el momento de conseguir conectar ambas cúpulas, técnica similar a la que se utiliza en la manufactura de cuentas de collar. El uso posterior de este artefacto perforado, procedente de los niveles Halaf de tell Halula, podría ser como peso (de telar, etc.).

### 3.2.2. Caracterización traceológica de las superficies de desgaste de las moletas (niveles de observación 1 y 2)

#### MOLETAS GRUPO 1

##### Moletas Tipo 1a (n=29)

###### *Nivel 1. - Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

A partir del análisis de los patrones de desgaste en las moletas del **tipo 1a**, se ha podido establecer una conexión muy directa a nivel traceológico con los patrones observados en el grupo 1a de molinos de tell Halula:

- Desarrollo de **plataformas de homogeneización tanto rugosas como lisas**, pero ambas de sección abombada/convexa. Sin embargo, la asociación entre los dos tipos de superficies no se identifica con claridad en una misma pieza, sino que se observan superficies activas de moletas con plataformas de homogeneización rugosas que cubren toda la topografía, y otros ítems con plataformas de homogeneización lisa que también se extienden por la mayor parte de superficie activa.

- En todos los casos, se identifica un proceso de **piqueteado extensivo** que cubre la superficie de fosillas de diversos tamaños y profundidades.

- La aparición de **pulidos** es muy restringida en el seno de este grupo de moletas, y sólo se han identificado algunos casos en las áreas centrales (zonas de la microtopografía alta) de las plataformas de homogeneización lisa.

- **Trazas lineales** en forma de rascadas irregulares (HL-4C-16, Fig.3.3.38) o mediante el alineamiento producido por la abrasión recíproca (vaivén) de vesículas y/o fosillas de piqueteado (HL-2HI-2113; HL-30AP-2093). Cuando estas trazas lineales son identificables a nivel macroscópico, éstas presentan una orientación transversal al eje longitudinal de la pieza (correspondiente a la dirección del movimiento de vaivén).

La moleta HL-4B-29 (Fig.3.3.38) incluida en el grupo 1 presenta un patrón de desgaste superficial distinto al resto, ya que se observa el desarrollo de un pulido intervesicular sobre una plataforma de homogeneización lisa de sección plana que cubre toda la superficie activa.

Las moletas en caliza no presentan patrones de desgaste diferenciados a los descritos para los útiles en basalto, representados esencialmente por plataformas de homogeneización rugosa y rascadas transversales. Tan sólo cabe destacar que las fosillas de piqueteado aparecen con mayor densidad en las superficies de los ítems en caliza.

El ejemplar de moleta en arenisca HL-4H-2100 presenta un patrón distinto debido a la diversidad y gran tamaño de sus granos. En este caso, se pueden observar fosillas de piqueteado de preparación de la superficie (manufactura), y el redondeamiento de los contornos de los granos que forman la superficie activa (uso). Por último, la moleta en cuarcita HL99-4F-1 presenta un patrón a base de fosillas de piqueteado con el desarrollo de zonas de homogeneización lisa. Rascadas cortas con orientación transversal denotan movimientos de vaivén.

###### *Nivel 2. Descripción de las trazas (Microtopografía)*

Las plataformas de homogeneización en el tipo 1a de moletas presentan una microtopografía con rugosidad media (Fig.3.3.41.). No se observan trazas lineales tipo estrías (<0,5mm) sobre las plataformas lisas. Los pulidos son de baja reflectividad y su aparición es muy puntual (zonas de máximo contacto), como en los extremos de las caras activas de HL-1Y-239 y HL-1Z-195, o en la parte central de HL-2H-2047. En cambio, el ítem HL-4B-29 presenta un pulido muy extensivo por toda la superficie activa intervesicular, con un grado de rugosidad muy bajo y con reflectividad del pulido de grado medio.

### Moletas Tipo 1b (n=3)

#### *Nivel 1. - Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

Sobre este reducido conjunto de 3 ítems cabe destacar que los patrones de desgaste observados sugieren el acoplamiento entre estas moletas con los útiles inferiores (molinos) de sección convexa y probablemente un uso mediante movimientos circulares. En los ítems HL-1B'-34 y HL-30AH-40 (Figs.III.3.66e, 3.3.39b-c) se identifican importantes zonas de piqueteado (manufactura y también reavivado posterior) en el centro de la cara activa, junto a notables zonas de homogeneización lisa en la parte externa de la cara activa (mayor fricción con el molino). Sin embargo, la moleta HL-2D-19 (Fig.3.3.39a) presenta una topografía muy alisada, de sección muy plana, y con la aparición de pulidos extensos y cubrientes que denotan un contacto con sustancias muy diferente al de las dos anteriores moletas del tipo 1b.

#### *Nivel 2. Descripción de las trazas (Microtopografía)*

Dos de los ítems (HL-1B'-34 y HL-30AH-40) presentan una microtopografía similar a la observada en los ítems del tipo 1a (Fig.3.3.41). El otro ejemplar, HL-2D-19, sin embargo, ha desarrollado una plataforma de homogeneización muy plana, de rugosidad muy baja, y con la presencia de pulidos de reflectividad media, totalmente extendidos por la superficie intervesicular (moleta en basalto vesicular).

### ***Lectura funcional de las moletas tipo 1a y 1b: Hipótesis a partir de los niveles 1 y 2 de observación***

En el grupo de **moletas 1a en basalto**, la distribución de las plataformas de homogeneización sugiere que el contacto con el útil inferior de molienda se produce repartiendo la misma intensidad de fricción por prácticamente toda la superficie de la moleta. Esto podría explicar que no se observen zonas diferenciadas entre plataformas rugosas y lisas, sino que la aparición de unas y de otras es debido a un desgaste consecutivo en el tiempo (1º estadio=Plataforma de homogeneización rugosa; 2º estadio=Plataforma de homogeneización lisa). Por último, la presencia permanente durante el uso del equipo de molienda de un tercer cuerpo intermedio (la materia a trabajar), evita que el desgaste de las plataformas de homogeneización provoque que éstas pasen de tener una sección convexa a una sección plana. La comparación con las superficies experimentales (cap.3.2) relaciona el grupo 1 de moletas arqueológicas con el procesado de granos principalmente de cereal. Este tipo de útiles es interpretado como un conjunto de útiles **unifuncionales** por la homogeneidad entre los patrones de desgaste observados sobre ellos.

Las moletas sobre **caliza del tipo 1a**, también asociadas con la molienda de cereal, presentan plataformas de homogeneización en sus superficies activas cuya rugosidad es muy alta, característica muy relacionada con la presencia masiva de fosillas de piqueteado. El hecho de que las calizas tengan un grado de dureza menor que los basaltos puede explicar la intensidad y reiteración de los episodios de piqueteado para reavivar las superficies activas de estos útiles de molienda. Al igual que en las moletas 1a de basalto, las moletas 1a de caliza también se han interpretado como ítems **unifuncionales**.

En dos de los ejemplares de **moletas 1b**(HL-1B'-34, HL-30AH-40),la distribución de las trazas de uso se asocia principalmente con el procesado de granos de cereales (descascarillado y/o molienda) y legumbres. Por último, la aparición de pulidos extensos y observables a nivel macroscópico en la moleta HL-2D-19 indica una reutilización del útil en actividades de abrasión/pulido.

Las moletas elaboradas con otras materias primas presentan superficies activas con patrones de trazas de uso que no se diferencian en términos generales de las observadas en moletas de basalto y caliza, por lo que se les atribuyen las mismas interpretaciones funcionales. Los ítems HL-4H-2100 (gres), HL-4C-26 (gres, Fig.III.3.65a), y HL-2G-2021 (cuarcita) se caracterizan principalmente por la presencia de fosillas

de piqueteado, superficies de homogeneización rugosa y lisa con una distribución semejante a las descritas sobre las moletas 1a en basalto.

## MOLETAS GRUPO 2 (n=14)

### *Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estado de las superficies)*

Las moletas de este segundo grupo se caracterizan por presentar superficies de desgaste diferenciadas y desarrolladas sobre un soporte (un útil) siempre fracturado. Se diferencian dos patrones:

#### **Patrón 2b (n=11)**

- Plataformas de homogeneización muy lisas y de sección muy plana.
- Destaca la ausencia de fosillas de piqueteado, presente sólo en 1 ítem (HL-4B-7).
- No se observan trazas lineales a nivel macroscópico.
- Desarrollo de pulidos muy cubrientes que se extienden por toda la plataforma de homogeneización lisa (toda o casi toda la superficie conservada de la cara activa del útil) (Fig.3.3.40).
- Extracción de granos y fractura en los fenocristales de iddingsita.

#### **Patrón 2c (n=4)**

- Ausencia de plataformas de homogeneización lisa, superficies de alta rugosidad.
- Presencia residual de fosillas de piqueteado (desgaste por uso posterior al piqueteado).

### *Nivel 2. Descripción de las trazas (Microtopografía)*

**Patrón de desgaste 2b** (Fig.3.3.42). La distribución de los pulidos se extiende por toda la superficie intervesicular, lo que constituye la totalidad de la superficie exceptuando el interior de las vesículas. Este patrón presenta una microtopografía con rugosidad muy baja y reflectividad del pulido media-alta, según casos. Se observan trazas lineales, estrías cortas y poco profundas con orientación aleatoria.

**Patrón de desgaste 2c** (Fig.3.3.43). Rugosidad muy alta por toda la topografía conservada. Fosillas y extracción de fragmentos de granos recurrentes en toda la microtopografía. Ausencia de pulidos y trazas lineales.

### *Lectura funcional de las moletas grupo 2: Hipótesis a partir de los niveles 1 y 2 de observación*

Sobre el **patrón de desgaste 2b**, destaca la presencia de **pulidos cubrientes** desarrollados sobre **plataformas de homogeneización de sección muy plana**, y que no se asocian con fosillas de piqueteado (manufactura ni reavivado). La comparación del patrón de desgaste observado en moletas del grupo 1 (plataformas de homogeneización + fosillas de piqueteado) con el patrón del grupo 2, sugiere que el uso asociado a este último patrón no requiere de una superficie irregular, abrasiva, preparada a partir de un piqueteado. El patrón de moletas del grupo 2 caracterizado por un pulido extensivo podría relacionarse, por tanto, con actividades de alisado de materias blandas lubricantes sobre un soporte duro (p. ej., el trabajo de la piel animal sobre el suelo) o la abrasión/pulido de rocas de grano fino que generen este tipo de pulidos a nivel macroscópico.

El **patrón 2c**, caracterizado por una elevada rugosidad, se vincula con la preparación de superficies de abrasión (probablemente todavía sin usar, poco usadas o recién reavivadas) de materias variadas (minerales, etc.).

Por último, la heterogeneidad de los patrones de trazas sugiere un probable status **multifuncional** del grupo 2 de moletas.

### *3.2.3. Síntesis del análisis de las moletas*

El análisis de los tres tipos de moletas documentados en tell Halula (fig. 3.3.37) ha aportado los siguientes datos para la caracterización de la producción y la gestión de esta categoría de útil.

### *- Manufactura y mantenimiento*

Respecto a la materia prima, se observa un uso mayoritario del basalto vesicular tanto en el grupo 1 de moletas como en el grupo 2, aunque también destaca la explotación de la caliza en las moletas del grupo 1. Estas preferencias concuerdan esencialmente con las propiedades físicas de ambas litologías, ya que si bien la caliza puede participar en actividades de molienda de plantas mediante una preparación de las caras activas (piqueteado), generando así una superficie rugosa y abrasiva, la caliza no se utiliza para otros usos de tipo abrasión y pulido de otras materias (grupo 2 de moletas). Para este otro tipo de funciones se utilizan siempre útiles en basalto (BAV=13 y BAC=1), los cuales cuentan con un alto potencial abrasivo de forma natural.

La inversión de trabajo en las moletas del grupo 1a denota diferencias que deben ponerse en relación con las características morfométricas de los bloques de materia prima. Es decir, se considera que los requerimientos técnicos de cada soporte natural implicarán la ejecución de distintas secuencias de manufactura para conseguir la forma deseada. De este modo, la tendencia mayoritaria es la selección de cantos alargados (elípticos u ovales) que se adapten a nivel métrico con los molinos sobre los cuales serán utilizados. En el caso de las moletas en caliza, la explotación de bloques de afloramientos primarios, lógicamente menos formateados de forma natural que los cantos de río (en basaltos, cuarcitas, etc.), requiere de una mayor inversión en su formatización.

Otro punto relevante del análisis ha sido la comprobación de que las moletas del grupo 2 son siempre útiles del grupo 1 reaprovechados, pues su manufactura inicial no difiere de la del grupo 1, y tampoco se observan claras secuencias de una segunda manufactura para iniciar una nueva función distinta a la molienda. Se trata, por tanto, de útiles reutilizados, probablemente multifuncionales, y con una baja inversión en su manufactura.

### *- Tipología y funcionalidad*

Las moletas utilizadas mediante gestos de vaivén (tipo 1a) para la molienda de cereales se documentan desde el periodo Pre-cerámico B y aumentan en número en el periodo Pre-Halaf, a pesar de que destaca su ausencia en el periodo Halaf (Fig.III.3.68), tal y como ocurre con los molinos del grupo 1. Esta falta de documentación puede deberse a problemas en la identificación tipológica y estratigráfica de los ítems (moletas muy fracturadas, tipo indeterminado o grupo 1 indeterminado). Respecto a las moletas que describen movimientos circulares de molienda (tipo 1b), éstas aparecen ocasionalmente en el PPNB Reciente y en el Pre-Halaf. Por último, las moletas del grupo 2 se documentan mayoritariamente en el periodo precerámico B (Medio y Reciente), aunque se siguen documentando también en menor cantidad en el resto de periodos cerámicos de tell Halula. Sobre este grupo destaca un predominio de los ítems utilizados en procesos de abrasión y pulido (patrón 2b) en los periodos precerámicos (n=8), en contraposición a los útiles que presentan superficies de desgaste ligadas únicamente a la abrasión (patrón 2c), ligeramente más presentes a partir de la aparición de la cerámica en el Pre-Halaf hasta el Halaf (n=4).

TIPOLOGÍA Y TRACEOLOGÍA MOLETAS HALULA						
PERIODO	GRUPO 1			GRUPO 2 / TIPO 2		
	Tipo 1a	Tipo1b	Tipo 1 Indet	Patrón G2b	Patrón G2c	G2 indet
PPNB Medio	9		2	4	1	
PPNB Reciente	3	1	1	4		
Pre-Halaf	15 (+1*)	1 (+1*)	3	1	1	
Proto-Halaf				1		
Halaf			2	1	2	1
<i>Total</i>	<b>27</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>1</b>

Fig. III.3.68. Distribución absoluta de los tipos de moletas documentados en tell Halula a lo largo de los periodos de ocupación del poblado. \*adscripción dudosa al periodo histórico indicado.

Sobre los episodios de reutilización de los artefactos, se han observado dos moletas del grupo 1 (HL-4B-29 y HL-2D-19) que, por morfometría general, se situarían entre las moletas que trabajan sobre molinos (en pareja); sin embargo, la superficie activa presenta trazas de pulido muy cubrientes y difíciles de asociar con el trabajo de molienda de granos (cereales, legumbres, etc.). Unas superficies tan alisadas como las que presentan estos dos ítems no permitirían llevar a cabo una molienda exitosa, ya que la baja rugosidad de la topografía no podría retener los granos entre la moleta y la superficie del molino, de manera que probablemente éstos saldrían disparados hacia el exterior al aplicar la fuerza sobre ellos. En consecuencia, las superficies pulidas de estos dos ítems se asocian con más intensidad a las superficies de desgaste observadas en el grupo 2 de moletas, concretamente aquellas con el patrón de desgaste 2b.

Al igual que en los molinos 1a, la longitud de las moletas del tipo 1a presenta variaciones a lo largo de toda la secuencia de ocupación de tell Halula, documentándose moletas de diversos tamaños en cada uno de los periodos históricos del poblado. Sin embargo, cabe destacar que las moletas de mayor longitud (>250mm) se registran en los niveles PPNB reciente y sobre todo en el Pre-Halaf (fig.III.3.69).

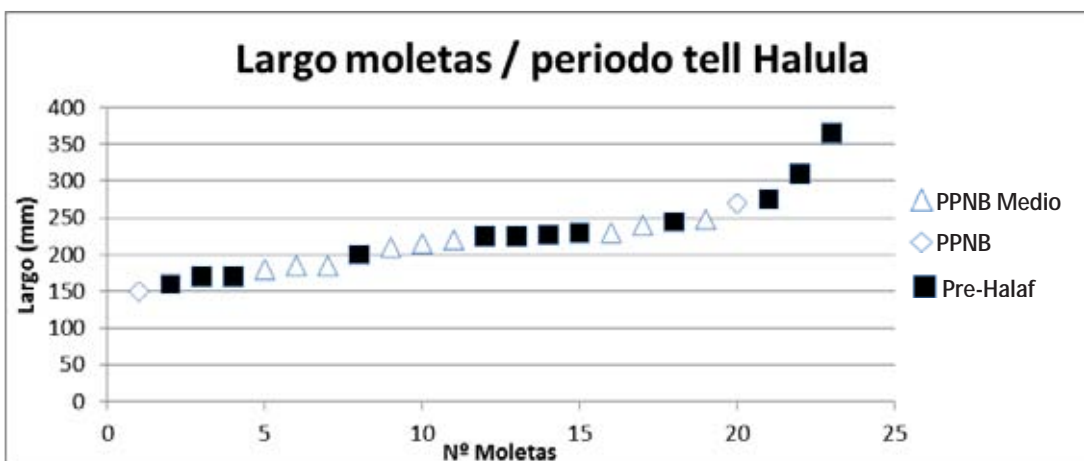


Fig.III.3.69. Distribución del largo de las moletas conservadas enteras o enteras fragmentadas de tell Halula, indicando el periodo histórico al que pertenecen.

### 3.3. Correspondencia funcional molinos-moletas: Modos de aparejamiento

En primer lugar, la relación de 2:1 entre el número de moletas (n=102) y el de molinos (n=42) recuperados en tell Halula coincide con el índice de desgaste estimado a nivel experimental para equipos de molienda en piedra (Wright 2003). De este modo, se confirma la buena **correspondencia a nivel de materia prima** (ver *supra* apartado 2), de manera que los ritmos de desgaste para ambas categorías de útiles son los esperados para una población normal de molinos y moletas en funcionamiento recíproco. En segundo lugar, la **correspondencia morfométrica** entre molinos y moletas debe ser ajustada respecto a unos parámetros determinados para que el utillaje de molienda pueda llevar a cabo un funcionamiento óptimo. En este sentido, la métrica acaba determinando la forma en sección de los ítems de molienda, como veremos a continuación (Fig.III.3.70).

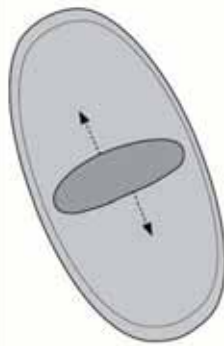
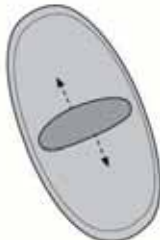
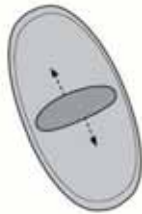
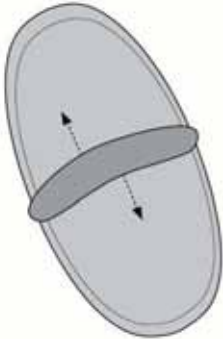

TIPO 1a				TIPO 1b
MÓDULO 1	MÓDULO 2	MÓDULO 3	MÓDULO 4	MÓDULO 5
				
<b>MOLINO</b> A: 250 / 350; L: 400 / 500  <b>MOLETA</b> A: 105 / 220; L: 240 / 275	<b>MOLINO</b> A: 250 / 350; L: 250 / 400  <b>MOLETA</b> A: 130 / 190; L: 200 / 240	<b>MOLINO</b> A: <200 / 250; L: 250 / 350  <b>MOLETA</b> A: 80 / 190; L: 130 / 200	<b>MOLINO</b> A: 160 / 290; L: 265 / 570  <b>MOLETA</b> A: 85 / 160; L: 225 / 365	<b>MOLINO</b> A: 210 / 310; L: 330 / 370  <b>MOLETA</b> A: 90 / 115; L: 135 / 160

Fig. III.3.70. Propuesta de módulos de aparejamiento entre molinos y moletas a partir de la métrica.

#### Módulo 1:

- Molinos 1aA:250/350 mm y L: 400/500 mm, sección transversal **cóncava**. (n=2)
- Moletas 1aA:105/220 mm y L: 240/275 mm, sección longitudinal **convexa**. (n=5)

#### Módulo 2:

- Molinos 1aA:250/350 mm y L: 250/400 mm, sección transversal **cóncava**. (n=4)
- Moletas 1aA:130/190 mm y L: 200/240 mm, sección longitudinal **convexa**. (n=6)

#### Módulo 3:

- Molinos 1aA: <200/250 mm y L: 250/350 mm, sección transversal **cóncava**. (n=3)
- Moletas 1aA: 80/190 mm y L: 130/200 mm, sección longitudinal **convexa**. (n=10)

#### Módulo 4:

- Molinos 1aA: 160/290 mm y L: 265/570 mm, sección transversal **convexa**. (n=2)
- Moletas 1aA: 85/160 mm y L: 225/365 mm, sección longitudinal **cóncava**. (n=6)

#### Módulo 5:

- Molinos 1b A: 210/310mm y L: 330/370 mm, sección transversal cóncava. (n=8)
- Moletas 1b A: 90/115mm y L: 135/160mm, sección longitudinal convexa. (n=3)

De esta forma, puede ser abordado el grado de estandarización del utillaje de molienda en tell Halula. Por un lado, la reproducción reiterada de un mismo gesto técnico sobre este utillaje dio pie a la estandarización en cuestión de formas en sección (cóncavas y convexas), pero siempre a partir de diferentes módulos métricos (fig. III.3.70). Por otro lado, la variabilidad existente puede ser explicada en parte por el proceso de abastecimiento de los bloques de materia prima<sup>5</sup>, basada en la recolección de bloques de diferentes tamaños, sobre todo cuando se trata de depósitos secundarios como los analizados en los ríos Éufrates y Sejur (cap.3.1).

Finalmente, el único módulo que no guarda una relación positiva entre el número de molinos y de moletas es el módulo 5, correspondiente al tipo 1b de útiles de molienda. En este caso, una posibilidad podría ser la utilización de moletas de madera sobre los molinos del tipo 1b en algunas actividades como el procesado de cereales<sup>6</sup>.

### 4. Análisis de la manufactura, uso y mantenimiento del utillaje de trituración en tell Halula

#### 4.1. Los morteros: Manufactura, tipología y análisis funcional

El conjunto de morteros de tell Halula se compone de 15 artefactos, 6 de ellos enteros y 9 fragmentados. De esta forma, la relación numérica entre el equipo de molienda (molinos, moletas y útiles de molienda indeterminados = 60,3%) y el equipo de trituración (morteros y pilones = 17,2%) de tell Halula mantiene las constantes observadas en otros conjuntos como el de tell Aswad y de otros yacimientos neolíticos del Levante (ver cap.4). Se trata de dos equipos de trabajo fuertemente vinculados a diversas operaciones complementarias de transformación y reducción de sustancias (alimentarias, minerales, etc.).

##### 4.1.1. *Manufactura de los morteros*

Los morteros de tell Halula se elaboran predominantemente en caliza (n=11), también en basalto (n=3), y, ocasionalmente, en arenisca (n=1), selección diferencial que puede relacionarse en parte con la tipología de morteros propuesta en el cap. 2 (ver *infra* apartado 4.1.2). De este modo, la confección de la concavidad de los morteros depende en gran parte de la materia prima escogida (mayor/menor aptitud para la talla) y de la profundidad de la

---

<sup>5</sup>Hamon (2006:41) observa esta doble dependencia entre funcionamiento y materia prima en relación con la morfometría de los útiles de molienda; dependencia que varía en diversos yacimientos neolíticos de la cuenca parisina.

<sup>6</sup>La asociación entre molinos de piedra y moletas de madera para el procesado de cereales ha sido documentada en el sudeste de la Península Ibérica durante la Prehistoria Reciente (Risch 2002; Delgado 2008). En nuestros casos de estudio (Próximo Oriente), al inicio del análisis se pudo comprobar que la relación numérica general entre molinos y moletas era de 2:1, por lo que quedó temporalmente descartada la hipótesis del uso de moletas de madera en el contexto levantino.



cara activa que se desee conseguir. Al igual que ocurre en otras categorías artefactuales, la ausencia de evidencias directas del proceso de manufactura de los morteros en tell Halula (no han aparecido útiles inacabados, fragmentos de talla, etc.) dificulta el análisis tecnológico de los útiles. En consecuencia, a partir de las evidencias intrínsecas disponibles (trazas de manufactura), la hipótesis más probable es que los morteros se habrían fabricado combinando secuencias de talla por percusión directa para el formateado general de la planta del útil y de las paredes externas; la talla indirecta para la apertura de la concavidad; el piqueteado para la regularización de las superficies y la preparación de la cara activa; y la abrasión para el acabado de las superficies externas y la mejora de la prensión del útil.

MORTEROS TELL HALULA								
NºInvent	Preservación	Materia Prima	Métrica		Manufactura		Uso	
			Prof CV (mm)	Diámetro interior (mm)	Trazas pared externa	Trazas base	Trazas cara activa	
Tipo 1	HL-SS7B-842	Entero	Caliza ( <i>Mudstone</i> )	9	45	Talla	Sin modificar	Piqueteado
	HL-SS7B-572	Entero	Caliza ( <i>Mudstone</i> )	10	±70	Talla	Talla	Hom.Lisa + Piq
	HL-2B-35	Entero	Caliza ( <i>Mudstone</i> )	19	50	Talla	Talla	Hom.Lisa + Rascadas concéntricas
	HL-2C-17	Frag	Caliza ( <i>Mudstone</i> )	19	65	Talla+piqueteado	Talla+piqueteado	Hom.Lisa + Piq + Rascadas concéntricas
	HL-1B-50	Frag	Caliza ( <i>Packstone</i> )	22	125	Piqueteado	Imperceptible	Hom.Rugosa
	HL-4J-2015	Entero	Caliza ( <i>Mudstone</i> )	27	75	Talla	Talla	Hom.Lisa + Rascadas concéntricas
	HL-44-2041	Frag	BA V1	50	170	Talla+piq+abrasión	Talla+piq+abrasión	Hom.Lisa
	HL-49-2038	Frag	Caliza ( <i>Mudstone</i> )	61	150	Talla+piq+abrasión	Talla+piq+abrasión	Hom.Lisa + Piq
Tipo 2	HL-1B-6	Frag	BA C	65	±140	Piquet+abrasión	Piquet+abrasión	Hom.Rugosa
	HL-1B-49	Frag	Caliza ( <i>Mudstone</i> )	74	145	Talla+piqueteado	Talla+piqueteado	Hom.Rugosa + Lisa
	HL-49-2039	Frag	Caliza ( <i>Mudstone</i> )	76	±170	Talla+piq+abrasión	Talla+piq+abrasión	Hom.Rugosa + Lisa
	HL-49-2040	Entero frag	Caliza ( <i>Mudstone</i> )	80	190	Talla+piq+abrasión	Talla+piq+abrasión	Hom.Lisa
Fract	HL-30AP-2095	Frag	Caliza ( <i>Packstone</i> )	120	180	Talla+piqueteado	Imperceptible	Hom.Rugosa + Lisa
	HL-1-322	Frag	Arenisca	—	—	Imperceptible	Abrasión	Indet
	HL-1B'-39	Frag	BAV 2	—	—	Indet	Indet	Indet

Fig.III.3.71. Tabla resumen de la caracterización de los morteros recuperados en tell Halula.

En el caso de tell Halula, se ha podido establecer una relación entre las trazas de manufactura observadas sobre los morteros recuperados en tell Halula con la métrica de sus caras activas. En principio, las superficies activas del interior de las concavidades de los útiles muestran todas ellas, en mayor o menor intensidad, trazas de piqueteado producidas durante la configuración del instrumento. Sin embargo, la preparación de la pared externa del ítem y el reverso o base muestran secuencias técnicas diferenciadas (Fig.III.3.71).

#### 4.1.2. Tipología y funcionalidad de los morteros

**Tipo 1.** Los morteros con concavidad inferior a 70 mm de profundidad y diámetro inferior a 140/170mm presentan mayoritariamente trazas de talla por percusión (ej. HL-2B-35, fig. 3.3.44) y secuencias de talla más piqueteado; mientras que en los ítems de mayor tamaño, se observan secuencias combinadas de talla-piqueteado-abrasión, y piqueteado-abrasión. En todos estos casos, los morteros están confeccionados principalmente sobre calizas de grano fino y de dureza baja (*mudstone*, n=6), y, ocasionalmente, en caliza de mayor granulometría y cohesión (*packstone*, n=1), en basalto compacto (n=1) y en basalto vesicular (BAV1, n=1). En este sentido, los basaltos se explotan para confeccionar morteros de dimensiones medias (diámetro 140-170 mm), en los que se invierte un mayor esfuerzo en su manufactura. La

selección del basalto en estos casos vendría motivada por cuestiones de índole funcional, dada la dureza y la rugosidad natural de esta roca, idónea para actividades de percusión lanzada y percusión apoyada.

- HL-1B-6, fragmento de mortero sobre basalto compacto que presenta una pared externa recta regularizada mediante piqueteado+abrasión; la base es plana presentando las mismas trazas de manufactura; el borde superior es de sección convexa donde se observan trazas de piqueteado intenso para la formatización de esta zona; y, por último, la cara activa también muestra trazas de piqueteado anteriores a la plataforma de desgaste alisada por el uso (fig.3.3.44b).

- HL- 44-2041, fragmento de mortero en basalto vesicular (BAV1), pared externa de sección abierta y borde superior convexo, ambas partes formateadas a partir de talla, piqueteado y abrasión (regularización final); la base manufacturada es plana; y, en la cara activa, se observa una plataforma de desgaste intensa que no permite evidenciar más que débiles fosillas de un piqueteado anterior al uso (fig.3.3.44).

El tamaño del tipo 1 de morteros sugiere un uso en actividades de mezclado de sustancias y trituración / pulverización de materias vegetales (frutos, semillas, plantas), minerales (desengrasantes, abrasivos, pigmentos), etc., tal y como sugieren las trazas de uso observadas en las caras activas (Fig.3.3.44a-b-c), en las que destaca la presencia de plataformas de homogeneización lisa, indicadoras de una percusión apoyada en sentido circular. Además, se observan trazas lineales en sentido circular (rascadas) en los pequeños morteros sobre caliza de grano fino, y la constante presencia de fosillas de piqueteado destinadas a mantener cierta rugosidad de la superficie activa. En cualquier caso, se trataría de útiles para procesar pequeñas cantidades de materia, dada la reducida profundidad de las caras activas de estos pequeños morteros.

- **Tipo 2.** En un segundo grupo de morteros de dimensiones métricas superiores (profundidad superior a 70 mm, diámetro superior a 140/170 mm), se identifican secuencias técnicas de manufactura mayoritariamente más completas que en Tipo 1, combinando talla-piqueteado, y talla+piqueteado-abrasión. De esta forma, se obtiene un acabado uniforme tanto en la pared externa como en la base del útil. Este tipo de morteros está compuesto por ítems en caliza *mudstone* (n=3) y *packstone* (n=1), materias primas de fácil manufactura y buena aptitud para la talla.

Las trazas de uso observadas en el interior de las caras activas también muestran plataformas de homogeneización lisa y rugosa (percusión apoyada); sin embargo, destaca una menor presencia de fosillas de piqueteado (ej. HL-30AP-2095, fig.III.3.72). Esta diferencia respecto al tipo 1 de morteros se vincula en cierta medida con una menor preocupación por mantener la rugosidad de las superficies activas de este segundo grupo, ya que todos los morteros del tipo 2 están elaborados en caliza, materia prima que debe ser constantemente reavivada para ser utilizada en acciones de molienda y trituración de sustancias.

De esta forma, la hipótesis de Procopiou (1998:118<sup>7</sup>) sobre la funcionalidad de los morteros de mayor tamaño, destinados a jugar un papel de receptáculo en actividades como el descascarillado de cereal, podría aplicarse al tipo 2 de morteros de tell Halula, concretamente en los ítems HL-49-2040 y HL-30AP-2095. En cambio, los morteros HL-1B-49 y HL-49-2039, con caras activas de menor profundidad (aprox. 75 mm), probablemente estarían relacionados con

---

<sup>7</sup>Parte 2, apartado 2.4.

el mezclado de sustancias, o la preparación de alimentos, usos en los que la superficie activa no debe presentar una rugosidad destacable, ni a nivel tecnológico (manufactura y reavivado), ni a nivel de materia prima (por ejemplo, las calizas)<sup>8</sup>.

Finalmente, cabe destacar que en tell Halula no se han documentado ejemplares del tipo **molino-mortero**, habitual en otros yacimientos neolíticos del Levante.

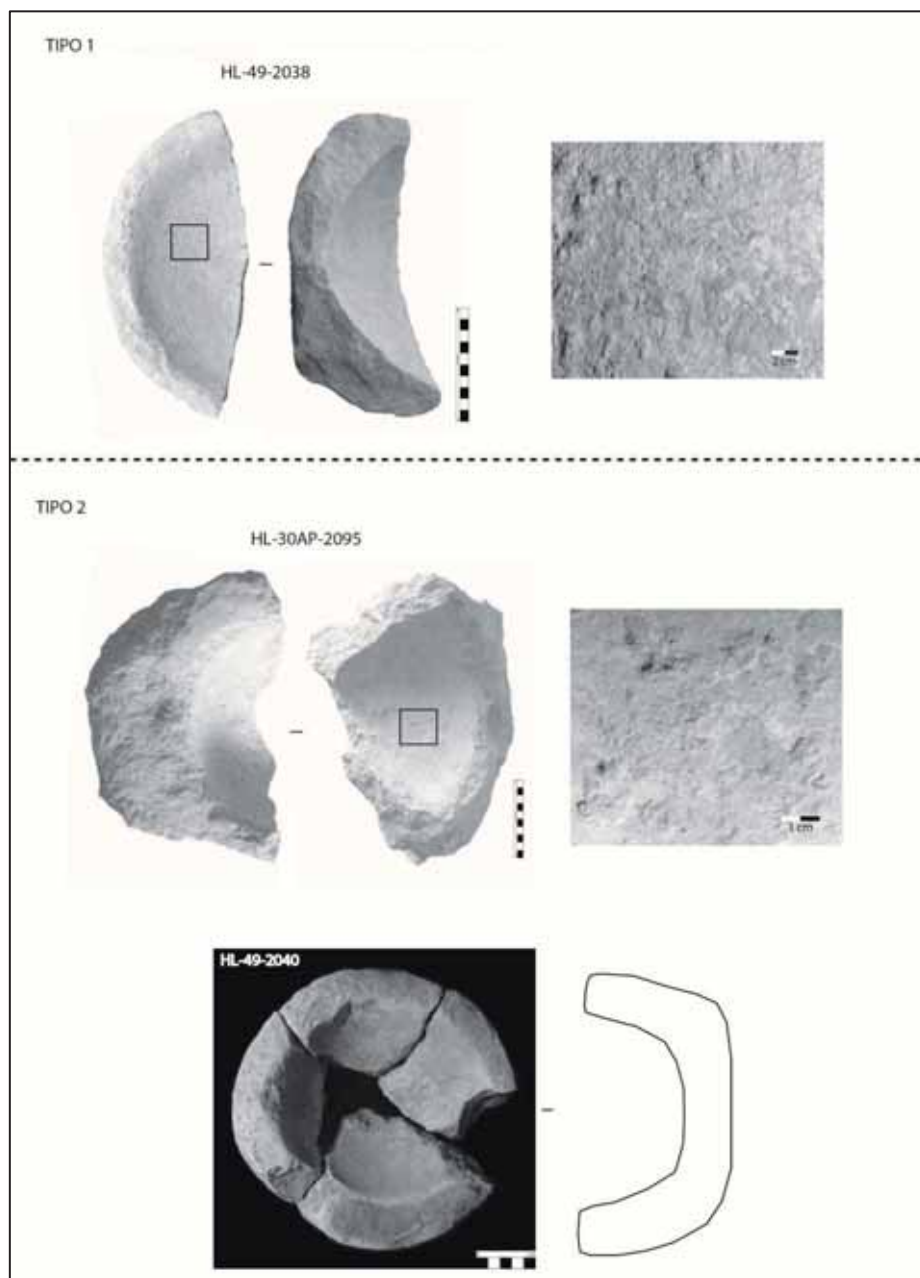


Fig. III.3.72. Ejemplos de morteros de tell Halula. Tipo 1:HL-49-2038 (homogeneización rugosa en la cara activa). Tipo 2: HL-30AP-2095 (homogeneización lisa en la cara activa) y HL-49-2040.

<sup>8</sup>Un análisis más detallado (microscopía) de las trazas de uso y el desarrollo de análisis de residuos en próximos estudios permitirán llegar a un nivel de aproximación mayor en las hipótesis sobre las materias procesadas con estos implementos de trituración.

## 4.2. Los pilones: Manufactura, tipología y análisis funcional

Los pilones de tell Halula (10,9% del total de útiles) presentan un alto grado de preservación (50% enteros y el 15% enteros frag.) en comparación con otras categorías de útiles. Se trata de útiles de morfología alargada que presentan una superficie activa bien delimitada con trazas de percusión lanzada en una (o en dos) de sus extremidades.

### 4.2.1. Manufactura de los pilones

Su fabricación se basa en la recolección de cantos fluviales de diferentes tamaños y litologías, sobre los cuales se llevan a cabo, en determinados casos, secuencias técnicas para adaptar las diferentes partes anatómicas que los conforman. Sólo en un ejemplar (HL-4B-70, Fig.3.3.45), se observan negativos de un proceso de talla anterior al piqueteado para preparar la superficie activa. La preparación de la cara activa es difícilmente distinguible en estos útiles, ya que las trazas de uso y el desgaste de la cara activa de los pilones no permite diferenciar si se trata de un proceso de manufactura intencional, o, por el contrario, el resultado del uso del artefacto en actividades de percusión lanzada.

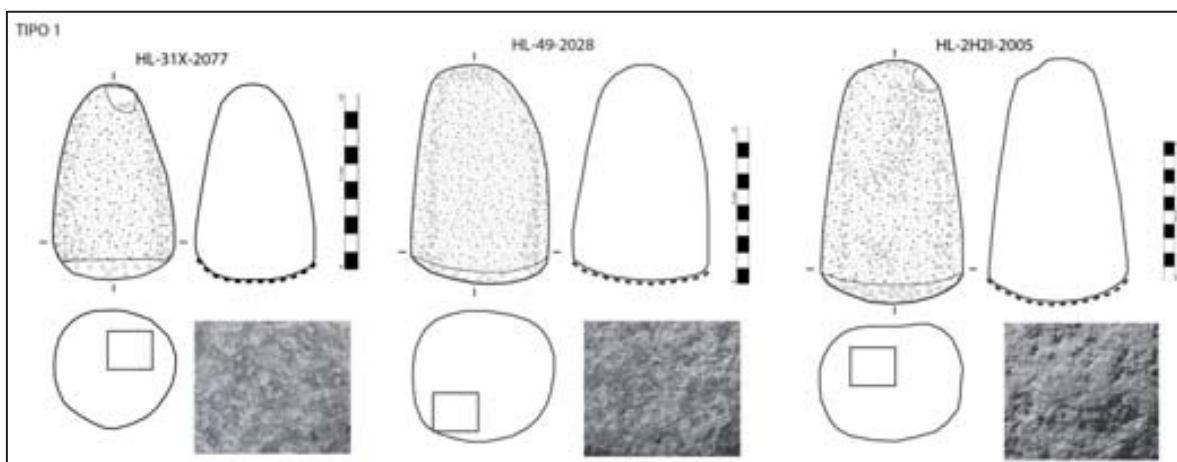
PILONES TELL HALULA												
NºInvent	Preserv	Longitud máx. (mm)	Materia Prima	Manufactura		Caras Activas en los extremos						
				Trazas contorno	Trazas talón	Morfo.Sec C.Act1 (C.Act2)	Long. C.Act1	Anch. C.Act1	Prep.	Trazas de uso	Reutilización	
Tipo 1	HL-2E-441	Entero Frag	105	Pegmatita	Piquet+abras	Indet	PL cont CX	60	60	Posible	HL + HR	
	HL-31X-2077	Entero	94	BA V3	Piquet+abras	Talla+piq+abras	PL cont CX	61	61	Si	HL	
	HL-31X-2081	Frag	50*	Ignea intrus indet	Piquet+abras	Piquet+abras	Indet	—	—	Indet	Indet	
	HL-49-2037	Entero	155	BA C	Piquet+abras	Piquet+abras	CX	54	44	No	HR + 1-2 extrac	Percutor
	HL-4D-17	Frag	67*	BA C	Piquet+abras	Indet	PL	62	60	Si	HL + HR	
	HL-4F-2108	Frag	123*	Ignea intrus indet	Indet	Imperceptible	Irreg	34	—	No	Impactos + 3 extrac	Percutor
	HL-2H/2I-2005	Entero	135	BA C	Piquet+abras	Piquet+abras	CX	78	64	Si	HL	
	HL-4J-2001	Frag	95*	Caliza (creta)	Indet	Indet	PL	60	50	Si	HL	
	HL-S1-1E-6	Frag	59*	Indet	Piquet+abras	Imperceptible	PL cont CX	—	—	No	HR	
	HL-S30AF-64	Frag	59*	Granito	Indet	Indet	Indet	33	30	Indet	Indet	
	HL-49-2028	Entero	117	BA C	Piquet+abras	Piqueteado	PL cont CX	67	60	Si	HL	
HL-S57B-1338	Frag	45*	Traquita	Abrasion	Imperceptible	PL cont CX	19	15	No	HR		
Tipo 2	HL-1B-165	Entero	102	BA C	Sin modificar	(2ª cara activa)	PL (PL cont CX)	34	24	No	HR	
	HL-1B-85	Entero	87	BA C	Sin modificar	(2ª cara activa)	PL cont CX (CX)	21	16	No	HR	
	HL-1B-86	Entero Frag	120	BA V1	Sin modificar	(2ª cara activa)	CX (CX)	29	—	No	HR + 1 extrac	Percutor
	HL-1X-8	Entero	91	Ignea intrus indet	Sin modificar	(2ª cara activa)	CX (CX)	—	—	No	HR + impactos	
	HL-4B-70	Entero	200	Ignea intrus indet	Sin modificar	(2ª cara activa)	PL cont CX (CX)	43	30	Posible	HR + 3-4 extrac	Percutor
	HL-4H-2004	Entero	104	BA V1	Piquet+abras	(2ª cara activa)	PL cont CX (CX)	50	46	Si	HL	
	HL-4H-2024	Entero	210	BA C	Indet	(2ª cara activa)	CX (CX)	71	52	No	HR	
Frag	HL-4J-2044	Entero Frag	147	Cuarcita	Piquet+abras	(2ª cara activa)	PL cont CX (Irreg)	39	37	Si	HR + 1 extrac	
	HL-S1-1Y-11	Entero	131	Ignea intrus indet	Piquet+abras	(2ª cara activa)	PL cont CX (CX)	33	26	No	HR	
	HL-2A-194	Frag	134*	Ignea intrus indet	Sin modificar	Sin modificar	CX	24	24	No	HR + impactos	
	HL-2A-282	Frag	100*	BA C	Piquet+abras	Imperceptible	PL cont CX	36	27	No	HR	
	HL-4B-41	Frag	118*	Indet	Sin modificar	Sin modificar	CX	46	39	No	HL + 3 extrac	Percutor
HL-4I-2107	Frag	79*	BA C	Sin modificar	Imperceptible	CX	32	21	No	HR	Percutor	
HL-III-199	Frag	80*	BA C	Sin modificar	Imperceptible	CX	34	29	No	HR		

Fig. III.3.73. Tabla resumen con la caracterización general de los pilones de tell Halula. Tipo 1 = 1 cara activa; Tipo 2 = 2 caras activas opuestas. Los valores de longitud máx. marcados con un \* corresponden a ítems fracturados. Morfología cara activa: PL=plana; CX=convexa; PL cont CX=plana y contorno convexo. Trazas de uso: HL= Homogeneización lisa; HR= Homogeneización rugosa.

Las rocas utilizadas destacan por su variabilidad (basaltos compactos y vesiculares; traquita; rocas ígneas intrusivas; cuarcita), aunque todas ellas tienen en común una dureza y tenacidad remarquables, lo cual otorga una resistencia elevada al útil durante la percusión lanzada. Como se observa en la tabla de la fig.III.3.73, para la confección de pilones no se utilizan las calizas locales tipo *mudstone* (grano fino) o *packstone/wackstone* (grano grueso), exceptuando un ejemplar (HL-4J-2001) confeccionado sobre caliza blanda (creta, *craye* en francés). Esta última roca se caracteriza por una dureza inferior que las anteriores litologías, pero presenta, sin embargo, una textura compacta y una notable tenacidad; de manera que puede ser utilizada en la elaboración de pilones destinados a determinadas funciones de tipo percusivo.

Las rocas seleccionadas se encuentran también estrechamente vinculadas al tipo de soporte escogido para la fabricación de los pilones, en este caso, cantos de río, y, por tanto, ítems que que han podido ser altamente preformados de manera natural en morfologías alargadas y con secciones circulares/ovales. Los depósitos secundarios como las terrazas fluviales proporcionan un abanico de litologías mucho más amplio que los afloramientos de tipo primario.

A nivel morfo-métrico, vemos que, aparte de los cantos naturales de formas elípticas, existe un grupo de tres pilones manufacturados que describen una forma cónica (HL-31X-2077, HL-49-2028), trapezoidal (HL-2H2I-2055) y rectangular (HL-4H-2004), y en los que claramente se destinó una mayor inversión de trabajo en su elaboración (piqueteado + abrasión) (Fig.III.3.74).



FigIII.3.74. Conjunto de pilones con trazas de manufactura, morfología cónica y pertenecientes al Tipo 1 de pilones de tell Halula.

#### 4.2.2. Tipología y funcionalidad de los pilones

En primer lugar, los pilones han sido clasificados a partir del número de caras activas que presentan, 1 (Tipo 1 n=12) o 2 (Tipo 2 n=9) (ejs. en fig. III.3.75), de modo que en el segundo tipo se distingue un aprovechamiento más intenso del útil ya que se habilitan dos superficies activas de percusión en un mismo artefacto. Entre estos dos tipos, se observa una diferenciación en la manufactura, ya que el Tipo 2 muestra una menor transformación del contorno (superficies sin modificar n=5) (Fig.III.3.73).

A nivel traceológico, el tipo 1 reúne un mayor número de trazas de alisado (percusión apoyada HL n=6) sobre las superficies activas, si bien también se vinculan con superficies rugosas

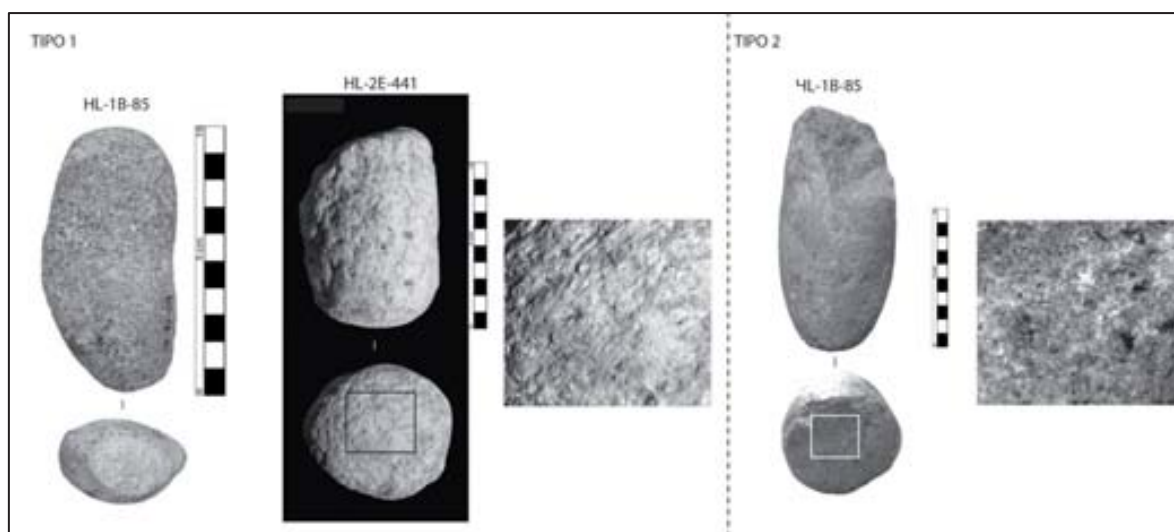


Fig.III.3.75. Ejemplos de pilones tipo 1 y tipo 2 de tell Halula. Las superficies activas muestran fosillas de impactos y pequeñas zonas de homogeneización lisa (percusión lanzada + percusión apoyada).

(percusión lanzada HR=5), y extracción de lascas e impactos de percusión lanzada de mayor intensidad (n=2). El grupo de tres pilones con mayor grado de transformación en su manufactura (fig.III.3.74)<sup>9</sup>, incluidos en el tipo 1, también se caracterizan por el desarrollo de una plataforma de homogeneización lisa en la superficie activa. En uno de ellos (HL-31X-2077), incluso se llega a distinguir un pulido a nivel macroscópico. Según estos indicios, los pilones del tipo 1 se vinculan con tareas de pulverización, mezclado y trituración de sustancias variadas, y pueden ser también reutilizados como percutores (n=2).

Las caras activas del tipo 2 de pilones destacan en cambio por la presencia mayoritaria de plataformas de homogeneización rugosa (n=8) y la aparición de impactos o fosillas de percusión, que en tres ocasiones han causado la extracción de lascas (pérdida de una parte de la cara activa). De este modo, la función principal (partir y triturar materias en partículas más pequeñas) dio paso a usos secundarios de estos artefactos a modo de percutores.

En un segundo nivel de clasificación, retomamos la propuesta de Adams (2002) sobre los pilones más pesados y grandes que se utilizan generalmente para partir y triturar materias, mientras que los pilones de pequeño tamaño y más ligeros son utilizados para desmenuzar, moler y remover sustancias. En este sentido, respecto al largo de los pilones se podrían distinguir ítems de mayor tamaño (Largo >130 mm n=6) e ítems de menor tamaño (Largo <130 mm n=10). En estos dos posibles grupos métricos, se incluyen pilones con una y con dos caras activas (tipos 1 y 2), indistintamente.

La morfología y la presencia de impactos de percusión sobre las caras activas de los pilones también ayudan a identificar el tipo de percusión realizada. Entre los grupos de pilones

<sup>9</sup>Estos tres pilones fueron recuperados en niveles de ocupación distintos (PPNB, Pre-Halaf y Halaf), por lo que su distinción tecnológica (mayor inversión de trabajo en su formatización) no puede ser vinculada con cambios en la manufactura de estos ítems a lo largo de los periodos históricos de tell Halula.

descritos (fig.III.3.73), la **sección convexa** (n=15) es la morfología mayoritaria, seguida de la morfología en **sección plana y contorno convexo** (n=12) documentada en las caras activas principales tanto del tipo 1 y como del tipo 2.

Las secciones convexas y, especialmente, las irregulares muestran morfologías semejantes a las observadas en los percutores alargados; de ahí la dificultad para diferenciar en ocasiones entre pilones y percutores alargados (Procopiou, com. pers.). En tell Halula, los patrones de fractura observados en determinados pilones (fracturas longitudinales en el extremo opuesto a la cara activa conservada, por ej. HL-49-2037, Fig.3.3.45) y la presencia de extracciones de lascas e impactos de percusión en las caras activas indican que algunos de éstos habrían sido reutilizados como percutores (n=6).

Por otra parte, el tamaño de los pilones también debe adaptarse a la métrica de los morteros sobre los cuales serán utilizados. De esta forma, cruzando el diámetro medio entre las superficies activas de ambas categorías de útiles, se obtienen las siguientes correspondencias:

- Morteros diámetro interior 45 /75 mm (n=4), del tipo 1, funcionarían con pilones cuya cara activa ronda los 19 - 45 mm de diámetro (n=9), tanto del tipo 1 como del tipo 2.

- Morteros diámetro interior 125 /190 mm (n=8), tanto del tipo 1 como del tipo 2, serían utilizados con pilones con caras activas entre los 50 / 78 mm de diámetro (n=9), y sobretodo del tipo 1.

Por último, destacan dos pilones (ej. HL-2A-282, fig.3.3.45) con facetas en los laterales que indican un uso secundario de la superficie del contorno mediante una percusión apoyada. Las trazas observadas a nivel macroscópico (homogeneización lisa /rugosa, y pequeñas zonas de pulido leve) sugieren un probable procesamiento de materias grasosas (por ej. piel animal), si bien se requiere de un análisis funcional a mayor escala (microscopía, análisis de residuos) para poder evaluar con precisión la materia trabajada en estas caras activas secundarias de los pilones. A nivel tipológico, estos dos ítems de tell Halula serían equivalentes al grupo denominado por Dubreuil (2002:270-273) como *pilons plats*.

El análisis presentado demuestra que los pilones de tell Halula son, mayoritariamente, **útiles multifuncionales**, implicados en actividades variadas de percusión lanzada (triturar, partir, percutir) y percusión apoyada (mezclar, desmenuzar, remover).

#### 4.3. *Funcionalidad de morteros y pilones a lo largo de la secuencia de ocupación del poblado*

La tipología de morteros y pilones propuesta junto al análisis macroscópico de las superficies de desgaste de ambas categorías de útiles de tell Halula ha proporcionado una primera interpretación funcional para este utillaje.

PERIODO	TIPOLOGÍA MORTEROS Y PILONES HALULA								
	MORTEROS			PILONES					
	Tipo 1	Tipo 2	Fract	Tipo 1	Tipo 2	Fract	Largo <	Largo >	Reut.Percutor
PPNB Medio	1			4	4	2	1	5	3
PPNB Reciente	2		1			2			
Pre-Halaf	2	3	1*	4 (+1*)	1 (+3*)		2 (+4*)		1*
Proto-Halaf									
Halaf	4	1		3	1	1	1	2	2

Fig.III.3.76. Distribución absoluta de los tipos de morteros y pilones documentados en tell Halula a lo largo de los periodos de ocupación del poblado.\*= adscripción dudosa al periodo histórico indicado.  
Largo> = inferior a 130 mm; Largo< = superior a 130 mm.

Los morteros tipo 1 (trituration / pulverización de sustancias) se documentan a lo largo de la secuencia de ocupación de tell Halula (PPNB-PreHalaf-Halaf); aunque éstos aumentan significativamente en el periodo Halaf (n=4), teniendo en cuenta que se trata de uno de los horizontes crono-culturales menos excavados en el yacimiento. Respecto al tipo 2 (descascarillado cereal / mezclado de materias), destaca notablemente su ausencia en todo el periodo precerámico del poblado, apareciendo en el periodo Pre-Halaf (n=3), además de un ejemplar en el periodo Halaf.

Los pilones, sin embargo, muestran una distribución más homogénea entre los tipos 1 (triturar / pulverizar) y 2 (partir / triturar), tanto en el PPNB, como probablemente también en el Pre-Halaf, mientras que el tipo 1 es más corriente en el Halaf que el tipo 2. En cuanto a la métrica, los pilones más grandes (largo > 130 mm) se producen sobre todo en el PPNB Medio (n=5), y no vuelven a elaborarse hasta el Halaf (n=2). Finalmente, la reutilización de los pilones como percutores es una práctica documentada tanto en el PPNB Medio, el Pre-Halaf, como en el Halaf.

## 5. Machacadores, cantos usados y otros ítems

En la categoría de **Otros**, se incluyen los artefactos denominados **machacadores**(n=6), cantos de gran tamaño, de forma general ovoide, y con una cara activa en el extremo más amplio donde se habilita una plataforma para percutir/machacar sustancias. A pesar de que el análisis de este tipo de ítems sugiere un más que probable carácter multifuncional de estos artefactos, en parte podrían vincularse con el término *gallet de concassage* (Roux 1986), útil destinado a triturar materias duras como nueces, dátiles, etc. Sin embargo, no se distinguen secuencias de preparación de las caras activas en el caso de los machacadores de tell Halula.

Estos **machacadores** se caracterizan por presentar una superficie activa con impactos de percusión lanzada derivados del uso (sin preparación previa del útil) en uno de los extremos del artefacto, asociados a posteriores secuencias de percusión apoyada, evidenciadas por la presencia de superficies activas alisadas. Destaca uno de los ítems, el de mayor tamaño y peso (HL-1Z-198, Fig. 3.3.46b), que presenta extracciones en el contorno de la cara activa, fruto de una percusión lanzada de gran intensidad. Ninguna de las demás partes anatómicas de los ítems ha sido modificada. Las materias primas seleccionadas para confeccionar estos útiles son,



principalmente, soportes de procedencia fluvial sobre rocas ígneas variadas (n=2), basalto vesicular (n=3) y en un caso se utiliza un tipo de caliza silicificada. Por lo tanto, se trata de litologías que destacan por su dureza, tenacidad y alta cohesión. Finalmente, de los 6 ejemplares, 2 presentan dos caras activas en cadauno de los extremos (Fig.III.3.77).

En segundo lugar, se documentan **cantos con trazas o guijarros utilizados** (en terminología francesa *galets utilisés*)(n=6). Estos artefactos no presentan prácticamente ninguna inversión de trabajo en su configuración como útil, mientras que la observación de trazas de uso en sus superficies permite asociarlos a trabajos de percusión y/o abrasión que pueden estar ligados a procesos de molienda o trituración, entre otras actividades.

Los cantos utilizados cuentan un total de 6 ítems, para los que se seleccionan principalmenterocas ígneas variadas (n=4) y basaltos compactos (n=2). Al igual que los machacadores, este conjunto de cantos sólo recibe en ocasiones un tratamiento en las superficies activas a partir de piqueteado, dejando la superficie natural en el resto del ítem. Dos de los seis ejemplares también presentan dos caras activas; en un caso son adyacentes (HL-2F-776 una en el extremo y la otra en el lateral del ítem, Fig.3.3.46a), y, en el otro, se sitúan en el extremo opuesto del artefacto (HL-2F-777).

	NºInvent	Preservación	Longitud máx. (mm)	Materia Prima	Nº Caras Act.	Trazas de uso C.A.a	Trazas de uso C.A.b
Machacadores	HL-1Z'-198	Entero frag	135	Ignea intrus indet	1	HR + 2 extrac	
	HL-2F-771	Frag	104*	BAC	1	HR + impactos	
	HL-49-2030	Entero	122	Ignea intrus indet	2	HR	
	HL-49-2034	Entero	97	BAC	1	HR	
	HL-4B-398	Frag	94*	BAC	1	HR + impactos	
	HL-4B-2067	Entero	100	Caliza indet	2	HR + HL	
Cantos utilizados	HL-2F-776	Entero	95	BAC	2 ady	HR	HL + pulido + Estrias
	HL-2F-777	Entero	94	BAC	2 op	HR	HR
	HL-30AG-43	Entero	83	Ignea intrus indet	1	HR + HL	
	HL-4B-133	Entero	167	Ignea intrus indet	1	HL	
	HL-4D-2074	Entero	260	Ignea intrus indet	1	HR + piq + HL	
	HL-4J-2002	Frag	90*	Ignea intrus indet	1	HR	

Fig. III.3.77. Tabla resumen con la caracterización general de los machacadores y cantos utilizados de tell Halula. Los valores de longitud máx. marcados con \* corresponden a ítems fracturados. Caras activas: ady= adyacentes, op= opuestas. Trazas de uso: HL= Homogeneización lisa; HR= Homogeneización rugosa.

Las trazas de uso identificadas en estos cantos se asocian principalmente a la trituración y mezcla de sustancias (n=5), mientras que otras dos superficies activas se vinculan a actividades de abrasión y/o pulido de materias (HL-2F-776; HL-4B-133).

Finalmente, en la categoría de Otros también se han incluido útiles diversos tales como un fragmento de útil circular en forma de bandeja con superficie muy pulida (HL-1C-51, Fig.

3.3.46)<sup>10</sup>; útiles con trazas de abrasión indeterminadas; y dos cantos con evidencias de talla que podrían constituir soportes en proceso de fabricación (HL-32C-50, HL-2D-63), todavía en fase de estudio(indeterminados).

Entre ellos, destaca el fragmento de útil circular sobre caliza silicificada con superficie muy pulida (HL-1C-51), que por similitud con otros ejemplares en Jerf el Ahmar (Willcox 2002) y tell Mureybet (Nierle 1982) se le atribuye un posible uso como bandeja o contenedor de productos alimentarios, pigmentos, etc.

## **6. Análisis espacial y temporal de las actividades de molienda y trituración en tell Halula**

### **6.1. Contextos de aparición de los artefactos de molienda y trituración**

La distribución de los útiles según contextos de aparición se muestra en la tabla de la figura III.3.78. Se han podido identificar algunos útiles de molienda y trituración tanto en espacios interiores (suelo interior n=8), como en exteriores (suelo exterior n=8). Sin embargo, destacan un gran número de ítems reutilizados como material de construcción (muro n=22), así como también los documentados en contextos de desecho (fosa n=15) y relleno entre fases de ocupación (estrato interior n=29). Otro gran porcentaje de artefactos han sido recuperados fuera de contexto (superficial n=10), o en estratos y contextos indeterminados (n=44 y n=56, respectivamente).

<b>Contexto arqueológico</b>	<b>Nº ítems</b>	<b>Porcentaje</b>
Acumulación de útiles exterior	5 (en 1 contexto)	2,1
Estrato exterior	17	7,1
Suelo exterior	8	3,3
Acumulación de útiles interior	5 (en 1 contexto)	2,1
Estrato interior	29	12,1
Suelo interior	8	3,3
Suelo indet	6	2,5
Muro	22	9,2
FOSA	15	6,3
Relleno estructura de combustión	3	1,3
Relleno estructuras varias	9	3,8
Interior sepultura	2	0,8
Estrato superficial/cerca del superficial	10	4,2
Estrato indeterminado	44	18,4
Contexto indeterminado	56	23,4
<b>Total</b>	<b>239</b>	<b>%</b>

Fig. III.3.78. Distribución absoluta y porcentual de los artefactos analizados de tell Halula según el contexto arqueológico en el que han aparecido.

Respecto a los patrones de fractura en molinos y moletas, el patrón 1 tan numeroso entre las moletas fracturadas (Fig. III.3.43.) se documenta en contextos arqueológicos de desecho, sobre

<sup>10</sup> Útiles parecidos a este artefacto fueron hallados en la “cocina quemada” de Jerf el Ahmar (Willcox 2002). Se trata de bandejas circulares de gran tamaño, con toda la superficie muy pulida, y en clara asociación espacial con el resto de mobiliario destinado a procesar cereales y legumbres, tal y como indican las acumulaciones de semillas quemadas recuperadas en esta estancia del yacimiento.

todo enestratos interiores y exteriores, fosas, y, ocasionalmente, dentro de los muros. El patrón de fractura 4, dominante entre los molinos fracturados, aparece también con recurrencia en los mismos contextos de desecho, relleno interior de las casas, fosas, etc.

Finalmente, uno de los aspectos más destacados es la aparición de tres ítems conservados enteros (una moleta PPNB Reciente, otra moleta Pre-Halaf, y un pilón Halaf) dentro de los muros, y otros ocho ítems con el patrón 6 – *Entero fracturado* (2=PPNB Medio; 6=Pre-Halaf).

Entre los contextos de aparición de útiles de molienda y trituración más significativos están, sin duda, las sepulturas del periodo PPNB, a pesar del reducido número de casos documentados (n=5, fig. III.3.79). De esta forma, las prácticas funerarias del periodo precerámico de tell Halula incluyen el uso de elementos macrolíticos (útiles diversos como hachas pulidas, plaquetas decoradas, pulidores con ranura<sup>11</sup> y también útiles de molienda y trituración) como objetos de acompañamiento o ajuar de los individuos inhumados. Estos objetos macrolíticos se documentan mayoritariamente en las sepulturas de individuos adultos del PPNB medio, y también aparecen en las sepulturas adultas e infantiles del PPNB Reciente (Kuijt *et al.* 2011, tablas 2-3).

Los diversos estudios realizados hasta el momento (Anfruns & Molist 1996; Guerrero *et al.* 2008; Guerrero *et al.* 2009; Kuijt *et al.* 2011; Molist *et al.* 2013; Ortiz *et al.* 2013; Ortiz 2014) demuestran que el tratamiento de los muertos tuvo un rol esencial en la vida de los habitantes del PPNB de tell Halula, llegando a determinar incluso la organización del poblado, las prácticas domésticas y la estructuración y construcción de las propias casas. En este sentido, la deposición de artefactos de molienda y trituración en los ajuares denota un papel muy relevante de estos útiles en la simbología singular de la comunidad humana de tell Halula (ej., fig. III.3.80). Hasta el momento, se han registrado tres ítems en sepulturas del cuadro 4D (un molino, un pilón y un útil similar a un gran pilón, pero sin superficie activa), una moleta en el cuadro 4C, y un pilón en el cuadro 4I.

La moleta HL-4C-198 destaca por su métrica (220 mm x 15 mm), relativo desgaste (Grosor 41 mm), y su estado de conservación (presenta una extracción en un extremo), según el cual se considera en perfectas condiciones para seguir siendo utilizada como útil de molienda. Este ítem se encontró acompañando a un individuo adulto de sexo masculino. El molino HL-4D-2075 (ver *supra* apartado 3.1.1, y fig. 3.3.31), con una fractura que le hizo perder un tercio de su volumen, corresponde al único molino del tipo 1a (molienda de cereal) con una segunda cara activa, en esta ocasión, una pequeña depresión o cúpula para triturar/mezclar sustancias en el reverso, que a modo de hipótesis podría relacionarse con algún episodio ritual que implicase la trituración o mezclado de materias. En esta ocasión, el molino HL-4D-2075 se encontró junto a un individuo infantil.

---

<sup>11</sup>Sobre las plaquetas y los pulidores con ranura decorados de tell Halula, consultar Molist *et al.* 2013.

ÍTEM	PERIODO	ID / H	SEXO	EDAD	DESCRIPCIÓN
HL-4C-198	PPNB	4CE14 / H7	Masculino	±30años	Moleta en basalto
HL-4D-2075	PPNB	4DE134 / H 66	---	Infantil	Molino en basalto
HL-4D-2074	PPNB	4DE131	Masculino	±23años	Útil indeterminado
<i>HL-4D--</i>	<i>PPNB</i>	<i>4DE132 / H70</i>	<i>Femenino</i>	<i>±20años</i>	<i>Pilón</i>
<i>HL-4I--</i>	<i>PPNB</i>	<i>4IE23 / H73</i>	<i>Femenino</i>	<i>±20años</i>	<i>Pilón en caliza</i>

Fig. III.3.79. Tabla resumen con los ítems de molienda y trituración aparecidos en contexto funerario en tell Halula (M. Molist, J. Anfruns y A. Ortiz, com. pers.). Los ítems sin identificación (cursiva) se corresponden con piezas depositadas en el museo de Alepo que no han podido ser analizadas en el transcurso de este trabajo.

El artefacto en forma de gran pilón apareció junto a un gran conjunto de materiales diversos (hachas pulidas, pequeños cantos pulidos, fragmentos de ocre, industria osea y un colgante). Por último, los dos pilones en contexto funerario no han podido ser estudiados hasta el momento, aunque el estudio preliminar antropológico determinó que se trata de dos individuos de sexo femenino (J. Anfruns, com. pers.).



Fig. III.3.80. Fotografía de excavación de la sepultura E131 (cuadro 4D), con la presencia de un gran útil en forma de pilón junto al cráneo del individuo inhumado en posición sediente, posición que constituye el gesto funerario habitual durante el PPNB de tell Halula. Foto SAPPO/UAB.

## 6.2. Contextos de uso de los artefactos de molienda y trituración

### *6.2.1. Evidencias en el periodo PPNB de tell Halula*

Uno de los contextos arqueológicos donde se documenta un mayor número de útiles (lítico tallado, macrolítico, industria ósea) y de estructuras diversas asociadas a diferentes procesos de trabajo son las habitaciones norte de las casas precerámicas de tell Halula. En estos

espacios, se han recuperado dos conjuntos singulares de molinos y moletas (4EF y 2A), y una posible estación de molienda identificada a partir de la construcción de una banqueta.

La casa 4EFD del cuadro 4EF (F.O. 10, PPNB Medio) fue construida siguiendo el modelo estándar de las casas precerámicas de tell Halula (ver Parte 1; Fig. 3.3.47). En las habitaciones norte de esta casa, habitualmente asociadas a espacios que combinan áreas de trabajo (estructuras de secado) y el almacenaje de útiles y productos (presencia de silos aéreos)<sup>12</sup>, se documentó un contexto excepcional vinculado a la molienda. En la habitación NW, se recuperó un total de tres moletas enteras del tipo 1a, mientras que en la habitación anexa (NE) se documentó la reutilización de un gran molino (495 mm x 245 mm, tipo 1a) como peldaño de la puerta de entrada a la estancia. En esa misma habitación NE, apareció una estructura singular (4EFE104)<sup>13</sup> de planta elíptica (550 mm x 330 mm), construida con tierra batida y algunas piedras pequeñas (fig.III.3.81). Debido a sus características (dimensiones y forma semejante a un molino del tipo 1a) y a su contexto arqueológico (relación espacial con varios artefactos de molienda), esta estructura es interpretada como una banqueta o zócalo para albergar un molino del tipo 1a.



Fig.III.3.81. Estructura 4EFE104 ubicada en la habitación NE de la casa 4EFD (F.O.10, PPNB Medio), e interpretada como una banqueta para alojar un molino. Fotos SAPPO/UAB.

Hasta la fecha, no se han identificado molinos *in situ* en posición de uso en tell Halula. Ante esta ausencia de registro arqueológico, las hipótesis de trabajo actuales se dirigen hacia los espacios más adecuados para llevar a cabo el trabajo de molienda: las habitaciones norte, con la aparición de la banqueta 4EFE104 como principal evidencia, y los iwán o porches de las casas. En los iwans aparecen constantemente estructuras de almacenaje (silos aéreos), estructuras de combustión (*fosse-foyer*), relacionadas con estructuras de secado (*grill plans*), además de que se han ido documentando macrorrestos de plantas en forma de estructuras silicificadas (tallos, paja y espigas, fig.III.3.82) que denotarían un uso de estos espacios para el trabajo agrícola de forma recurrente (limpieza y descascarillado del grano, etc.). Se trata de

<sup>12</sup>Las habitaciones norte de las casas del PPNB de tell Halula han sido interpretadas como lugares de almacenamiento de grano, debido a la aparición de silos aéreos, fosas enlucidas, estructuras de secado tipo grill plan (Molist 1996), además de constituir espacios de almacenaje de útiles de diverso tipo en estado acabado, en estado de reparación y en forma de materias primas líticas (Borrell & Molist 2006).

<sup>13</sup>Se han recogido muestras de sedimento de alrededor de la banqueta para realizar análisis de residuos que puedan aportar datos concluyentes sobre la funcionalidad de esta estructura interior.

zonas semi-abiertas (parcialmente cubiertas), y, por tanto, protegidas de las ráfagas de viento, constituyendo así espacios igualmente adecuados para llevar a cabo la producción de harina.

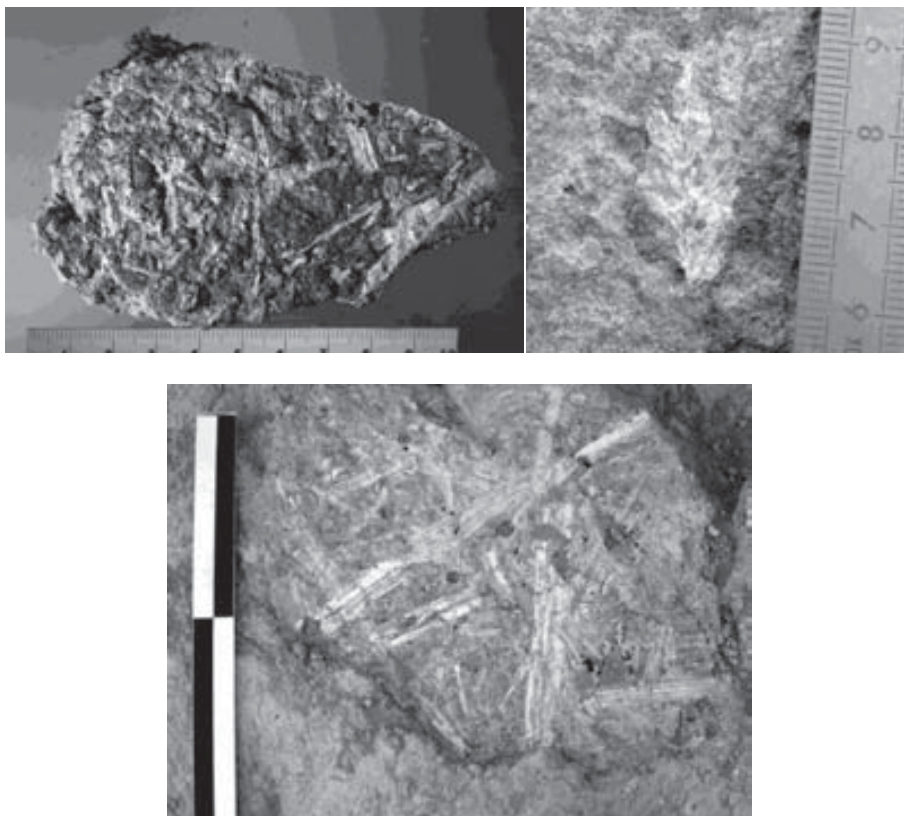


Fig.III.3.82. Restos de vegetales conservados en forma de estructuras silicificadas sobre los suelos de ocupación del iwan de la casa 4HE (F.O. 10, PPNB Medio). Fotos SAPPO/UAB.

Respecto a la **distribución espacial de los artefactos de molienda y trituración** en los niveles precerámicos de tell Halula, se constata una notable dispersión de estos útiles en los diferentes cuadros del sector 2/4 (Fig. III.3.83). Sin embargo, es cierto que existe una mayor presencia en determinados cuadros como el 4B (n=10), el 4E/F (n=8) y, sobre todo, el 4H (n=15) para el PPNB Medio; y los cuadros 2A (n=8) y 2G (n=6) para el PPNB Reciente. Así mismo, existen cuadros con poco material, como el cuadro 4I (n=1) y el 2B (n=1). En este sentido, se debe tener presente que, hasta el momento, el análisis espacial de los materiales macrolíticos es parcial y debe completarse con un análisis por unidades constructivas<sup>14</sup>. En todo caso, y a modo de tendencias generales, cabe destacar que no existen claras evidencias de una distribución desigual de los útiles de molienda y trituración entre los cuadros del sector 2/4.

Respecto a las dinámicas de uso-amortización de los artefactos, los tres molinos documentados en el cuadro 4H fueron reutilizados como material de construcción en el mismo muro (4HE8) de la misma casa: HL-4H-2042; HL-4H-2099 y HL-4H-2102. Se trata de tres molinos del tipo 1 en basalto, con un índice de desgaste bastante bajo, poco utilizados, y con

<sup>14</sup>El análisis espacial de los artefactos de molienda y trituración de tell Halula se encuentra en fase de preparación.

una fractura parcial en un extremo de cada uno de ellos que no les habría impedido seguir siendo utilizados como molinos. Estas evidencias podrían indicar un posible episodio ritual al insertar estos útiles de molienda en los muros sin que su vida de uso hubiera sido agotada. Respecto al carácter ritual de algunos contextos de aparición, cabe destacar también una moleta del cuadro 4H que fue dipositada en una gran fosa con restos de lo que podría ser un festín, con multitud de restos faunísticos (cornamentas de uro, cérvidos, etc.<sup>15</sup>).

CUADROS EXCAVACIÓN SECTORES 1 Y 2/4 HALULA							
PPNB Medio							
	4B	4C	4D	4F/E	4H	4I	4J
Molino	1	2		1	3		1
Moleta	4	5	3	5	9		
Útil mol. Indet.			1	1			
Mortero							1
Pilón	2			1	3	1	2
Machacador / Canto	3						1
<i>Total</i>	<i>10</i>	<i>7</i>	<i>4</i>	<i>8</i>	<i>15</i>	<i>1</i>	<i>5</i>
PPNB Reciente							
	Cala 1	2A	2B	2C	2D	2G	
Molino							
Moleta	3	5			2	4	
Útil mol. Indet.				2		2	
Mortero	1		1	1			
Pilón		2					
Machacador / Canto		1					
<i>Total</i>	<i>4</i>	<i>8</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>6</i>	

Fig. III.3.83. Distribución absoluta de los artefactos de molienda y trituración en los cuadros de excavación de los sectores 1 y 2/4 de tell Halula, correspondientes a los niveles PPNB Medio y PPNB Reciente.

De esta forma, a pesar de que por ahora la comparación no puede ser exhaustiva entre los diferentes cuadros de excavación del sector 2/4, debido a que existen diferencias respecto a las campañas de excavación en las que se ha trabajado en cada uno de ellos, y al análisis espacial incompleto, es suficientemente remarcable la presencia de un elevado número de útiles de molienda y trituración asociados a las casas del cuadro 4H (n=15). Cabe recordar que, en la casade la F.O. 10 del cuadro 4H, se encontraron los restos de vegetales en forma de estructuras silicificadas en el iwan (Fig.III.3.82), mientras que, en la misma casa reconstruida perteneciente a la F.O. 12, en la habitación NE se halló una hoz curvada completa de 30 cm formando parte de un gran conjunto de diversos útiles líticos, macrolítricos y óseos (Borrell & Molist 2006).

#### *Procesado de otras materias*

Otro contexto arqueológico significativo lo encontramos en el **cuadro 2A**, datado en el PPNB Reciente. De nuevo, en las habitaciones NE fueron recuperados un total de 5 útiles (contexto arqueológico 2AA9a), tres de ellos moletas del tipo 2 (Fig.3.3.40), y los dos restantes

<sup>15</sup>Molist *et al.* 2008 (inédito). *Informe de la campaña de excavaciones de tell Halula.*

correspondientes a pilones fracturados. Estas moletas se caracterizan por constituir útiles reaprovechados para funciones diferentes a la molienda de cereales, tal y como indica el patrón de trazas de uso (2b, pulidos extensos observables a nivel macroscópico) que las asocia con actividades de abrasión de materiales grasientos como puede ser la piel animal<sup>16</sup>. Además, uno de los pilones presenta una cara activa secundaria para la percusión apoyada (HL-2A-282, fig.3.3.45; ver *supra* apartado 4.2.2), también con trazas vinculadas probablemente con el procesamiento de materias como la piel animal.

Además de este contexto singular en las habitaciones norte, el cuadro 2A ha proporcionado otras dos moletas del tipo 2 con patrones de trazas de uso semejantes (2b). Todo esto confirma que, en los niveles del PPNB Reciente, en la zona que ocupa el cuadro 2A, se estarían llevando a cabo actividades de procesamiento de pieles animales utilizando útiles macrolíticos para las fases de limpieza y flexibilización de las pieles, tal y como ha sido mostrado en las secuencias experimentales del capítulo 3.2. En relación con el trabajo de la piel animal, cabe destacar que, gracias al estudio funcional del utillaje lítico tallado (González & Ibáñez 2001; Ibáñez & González 2013), también se han podido identificar patrones de trazas de uso vinculados a este tipo de contacto (raspado de pieles) en la mayoría de raspadores estudiados procedentes de los niveles PPNB Reciente de tell Halula.

Tal y como hemos podido comprobar junto al instrumental óseo (cap. 3.2; Bofill & Taha *in press*), la complementariedad entre útiles con diferentes características técnicas, por ejemplo, entre utillaje macrolítico (amplias superficies activas de abrasión) y utillaje óseo (superficies activas más pequeñas y afiladas), también se podría aplicar favorablemente entre el utillaje macrolítico (moletas reaprovechadas) y el instrumental lítico tallado (raspadores) documentado durante el periodo PPNB Reciente de tell Halula. Recordemos que las moletas del tipo 2 con estos patrones de desgaste (2b) también han sido recuperadas en los niveles PPNB Medio (n=4), aunque escasamente presentes en los niveles Pre-Halaf (n=1), Proto-Halaf (n=1) y Halaf (n=1).

Sobre el procesamiento de pigmentos, principalmente los de tipo mineral (ocre), no se han recuperado con claridad macrorestos conservados sobre las superficies activas de los útiles de molienda y trituración<sup>17</sup>, tal y como sí sucede en algunos ítems recuperados en el yacimiento de Jerf el Ahmar (cap. 3.3.1). Finalmente, otra esfera de trabajo en la que pueden estar implicados los útiles macrolíticos y, en este caso, los molinos del tipo 2 con patrones de desgaste 2b-2c, es en la abrasión y/o pulido de ornamentos de piedra, concha y hueso. En tell Halula, el estudio de la producción de ornamentos personales durante el periodo PPNB enfatiza una inversión y un grado de perfección técnica muy alta en la cual fue utilizado todo un conjunto variado de instrumentos de trabajo (industria lítica, etc.) en el que seguramente se incluyeron útiles macrolíticos (H. Alarashi, com. pers.). Por el momento, sin embargo, no

---

<sup>16</sup>Cabe destacar que una de estas moletas, HL- 2A-201, fue muestreada para llevar a cabo el análisis traceológico a grandes aumentos presentado en el siguiente capítulo 3.4. Los resultados del análisis de superficies pudo determinar que el tipo de pulido observado en este útil se relaciona a nivel cualitativo y cuantitativo con el procesamiento de pieles animales.

<sup>17</sup>Sobre los útiles HL-30AH-41 (molino) y HL-SS7B-916 (moleta), se observaron pequeños restos de una sustancia rojiza indeterminada, que no podrá ser relacionada con el procesamiento de pigmentos hasta realizar análisis más detallados.



han sido identificados molinos con este patrón de trazas de uso en el periodo precerámico de tell Halula.

### 6.2.2. Evidencias en los períodos Pre-Halaf y Halaf de tell Halula

La información sobre las estaciones de molienda en los periodos cerámicos de tell Halula es muy reducida, ya que no han aparecido útiles sobre suelos de ocupación, u otras estructuras que puedan relacionarse con actividades de molienda y trituración (banquetas, zócalos, etc.). El contexto arqueológico más relevante de la fase cerámica de tell Halula apareció en los niveles Pre-Halaf del sector 47, y podría constituir lo que, en otros yacimientos, se ha denominado un “depot” (Hamon 2005, 2008b), un **depósito intencional de molinos**.

La agrupación de 5 útiles denominada **47E70** (Fig.3.3.48) está compuesta por tres molinos<sup>18</sup> y dos moletas del tipo 1a, elaborados en basalto vesicular, y caracterizados por una notable estandarización morfológica, grandes dimensiones, y, sobre todo, un grado de desgaste muy bajo. Además, en esta agrupación se encuentran los dos únicos ejemplares de molinos de sección transversal convexa (HL-47/1-2085, HL-47/1-2086, pertenecientes al módulo 4, fig. III.3.70) de todo el conjunto artefactual estudiado. A nivel espacial, la estructura se localizó en una zona abierta entre las unidades de habitación del cuadro 47/1 (niveles Pre-Halaf).

De este modo, como contexto de referencia posible, tenemos que en el Neolítico del noroeste de Europa se distinguen dos tipos de depósitos de molinos en fosa: un grupo de estructuras que denotan una evidente connotación ritual o simbólica en su formación, y los depósitos temporales de molinos orientados a uso de tipo técnico (alijo, almacenaje, etc.) (Hamon 2005, 2008b). En el caso de la estructura 47E70 de tell Halula, nuestra interpretación se dirige más bien hacia la segunda hipótesis interpretativa. Los argumentos para sostener esta posibilidad serían la disposición de los útiles, los cuales se encuentran boca abajo, para preservar sus caras activas, y la localización en un espacio abierto accesible para el siguiente uso de los artefactos. Por lo tanto, no se trataría de un contexto cerrado, en el cual se abandonen los útiles de forma definitiva (ritual), sino que, en este caso, parece distinguirse una intencionalidad de agrupar los útiles a modo de alijo o almacenaje para su siguiente uso. El contexto de aparición en una zona abierta sin estructuras construidas asociadas (fosas, etc.)<sup>19</sup> también reforzaría esta línea interpretativa.

En los periodos Pre-Halaf y Halaf, continúa la práctica de introducir útiles de molienda en el interior de los muros; también entre los muros que forman las edificaciones más singulares de estos horizontes, los *tholoi*. Finalmente, en el periodo Halaf del asentamiento, en un espacio interior de las estructuras de hábitat del sector 49 (49A5), también apareció una concentración de útiles macrolíticos: un fragmento de molino, un fragmento de útil de molienda indeterminada, dos pilones y un machacador.

---

<sup>18</sup>Uno de los molinos de menor tamaño, HL-47/1-2086, podría corresponder a una gran moleta que funcionase con el gran molino HL-47/1-2106.

<sup>19</sup>Es posible que el alijo de molinos estuviera reguardado bajo una estructura aérea construida con material perible, vegetal, etc., que no se hubiera conservado.

La distribución de los implementos de molienda y trituración en los niveles cerámicos de tell Halula (Pre-Halaf y Halaf) es muy dispersa, ya que se han recuperado útiles en prácticamente todos los sectores de excavación trabajados a lo largo de las campañas 1991-2011 (fig.III.3.84). El análisis espacial (ver nota x) aportará más información sobre las dinámicas de distribución de artefactos propios de los períodos cerámicos del asentamiento de tell Halula.

EXCAVACIÓN SECTORES 1, 2/4, 7, 14, 30, 31, 32, 38, 44, 47 y 49 HALULA						
PRE-HALAF						
	1	2	7	14	30	47
Molino	2	5	3	1	6	4
Moleta	6	4	9	5	16	2
Útil mol. Indet.	2	1	5	5	5	
Mortero			2		1	
Pilón	2	1	1		1	
Machacador / Canto	1	3	1	2	1	
<i>Total</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>21</i>	<i>13</i>	<i>30</i>	<i>6</i>
HALAF						
	1	31	32	38	44	49
Molino			2	1		1
Moleta	5	1		2	1	4
Útil mol. Indet.	2		1			1
Mortero	3				1	3
Pilón	1	2				3
Machacador / Canto / Otros	1		1			1
<i>Total</i>	<i>12</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>13</i>

Fig. III.3.84. Distribución absoluta de los artefactos de molienda y trituración en los cuadros de excavación de los sectores 1, 2/4, 7, 14, 30, 31, 32, 38, 44, 47 y 49 de tell Halula, correspondientes a los niveles Pre-Halaf y Halaf.

A partir del periodo Pre-Halaf, una de las características que definen las nuevas formas de organización del espacio construido en tell Halula es la presencia de grandes zonas exteriores donde se documentan estructuras de combustión, fosas y lo que ha sido denominado como áreas de actividad a gran escala vinculadas con la vida doméstica (Molist *et al.* 2013). El hecho de que algunas de las estructuras domésticas más importantes, como los hogares, se ubiquen ahora en los espacios exteriores, podría estar sugiriendo que otras esferas productivas, como la preparación de los alimentos (molienda, trituración), se realizaran también en estas zonas abiertas asociadas a las unidades de habitación. Sin embargo, las evidencias directas sobre las estaciones de molienda continúan siendo prácticamente desconocidas para la fase cerámica del poblado.

#### *Procesado de otras materias*

En los niveles Pre-Halaf del asentamiento de tell Halula, se han podido documentar los inicios de las producciones cerámicas en el contexto del Valle Medio del Éufrates (Faura 1996; Molist *et al.* 2013). De esta forma, para desarrollar la nueva tecnología cerámica, los primeros alfareros se habrían ayudado de un utillaje adecuado para estas nuevas producciones. En el caso de la trituración de desengrasantes añadidos, como por ejemplo la calcita encontrada en

alguna de las primeras producciones cerámicas (*Black Series*, ver Parte 1), los molinos y moletas podrían haber sido utilizados para reducir el mineral a pequeñas inclusiones<sup>20</sup>.

Respecto al procesado de sustancias de tipo mineral en tell Halula, a nivel experimental podrían relacionarse los patrones de desgaste 2c en molinos y moletas con actividades artesanales de preparación de la cerámica (trituration de desengrasantes, etc.). De este modo, los molinos con patrón de desgaste 2c aparecen en el periodo Pre-Halaf (n=2), y se mantuvieron escasamente en el periodo Halaf (n=1) (Fig.III.3.55). Por su parte, las moletas con patrones de desgaste 2c están presentes puntualmente en el Pre-Halaf (n=1) y en el Halaf (n=2)(Fig.III.3.68).

A pesar de que deberían realizarse experimentaciones concretas sobre la trituración de minerales en relación con la producción de pastas cerámicas (por ej. ver Procopiou 2004), a modo de hipótesis preliminar, consideramos los patrones de desgaste 2c de tell Halula como posibles superficies de molienda y trituración de minerales para fines artesanales (cerámica, etc.).

### 6.3. La molienda y la trituración de vegetales en tell Halula: Análisis diacrónico

En relación con el procesado de plantas en tell Halula, los estudios arqueobotánicos (Buxó & Rovira 2013) señalan que, en el periodo PPNB (Medio y Reciente), los cereales más destacados son la cebada de dos carreras (*Hordeum distichum*), la escanda menor o almidonera (*Triticum dicoccum*) y el trigo desnudo (*Triticum aestivum/durum*) (Fig.III.3.85). Por lo tanto, se trata de dos especies de cereal vestido, y otra de cereal desnudo (*T. aestivum/durum*), las cuales, según la práctica culinaria a la que fueran destinadas, podrían requerir secuencias de preparación para el consumo diferenciadas (separación de las glumas de los granos, o consumo integral).

Durante el PPNB Reciente, se produce un fenómeno inusual en la tendencia de predominio de las especies cultivadas de tell Halula: la importancia del trigo común/duro respecto a la escanda menor (*T. dicoccum*). De esta forma, el trigo común/duro (variedad desnuda) registra una frecuencia relativa de aparición de casi el 70%, y representa casi el 50% de individuos de plantas cultivadas. En cuanto a las leguminosas, éstas también están presentes en una gran parte de las muestras, sobre todo la lenteja (*Lens*), y, en menor medida, el guisante (*Pisum*) y el haba (sp. *Vicia Fava*) (Buxó & Rovira 2013).

En el periodo Pre-Halaf, parece reiterarse la explotación del mismo espectro de especies cerealísticas de tipo doméstico, aunque se documenta una subida notable de especies de cereal vestido (destacan *H. dicoccum/monococcum* Frec.=22%; *H. distichum* Frec.=22,5%) en detrimento de las especies de cereal desnudo (*T. aestivum/durum* Frec.=13%; *H. vulgare* vr. *nudum* Frec.=3%). También destaca la práctica desaparición de la cebada silvestre (*H.*

---

<sup>20</sup> En su estudio etnoarqueológico sobre el utillaje lítico de los altiplanos de Guatemala, Hayden (1987) describe cómo para la producción de desengrasante de calcita se utilizan tanto molinos (*metates*) y moletas (*mano*) de grano fracturados y reutilizados, como simples losas mínimamente manufacturadas y específicamente utilizadas para esta función.

*spontaneum*). En cuestión de leguminosas, el guisante (*Pisum*) es ahora más común que la lenteja entre las muestras arqueobotánicas.

Finalmente, en el Halaf, se acentúa de forma considerable la explotación mayoritaria de los trigos vestidos (*T. monococcum* Frec.= 41,2%; *T. dicoccum* Frec.=55,3%; y *T. dicoccum/monococcum* Frec.=41,2%) y de la cebada vestida de dos carreras (*H. distichum* Frec.=46,3%). Sin embargo, el trigo desnudo recupera una posición más elevada entre las especies cultivadas (*T. aestivum/durum* Frec.=33%). Las leguminosas (lentejas, guisantes y habas) prácticamente desaparecen del conjunto carpológico.

		PPNB Medio		PPNB Reciente		Pre-Halaf		Halaf	
		%Frec.	%N° indiv.	%Frec.	%N° indiv.	%Frec.	%N° indiv.	%Frec.	%N° indiv.
CEREALES	<i>T. dicoccum/monococcum</i>	9	5	0	0	22	52	41,2	40
	<i>T. monococcum</i>	4	0,5	0	0	3	0,5	25,3	1,8
	<i>T. dicoccum</i>	48	29	47	10	9	7,5	55,3	23,5
	<i>T. aestivum/durum</i>	44	24	68	53	13	2	33	5,2
	<b><i>H. vulgare var. Vulgare</i></b>	17	4	15,5	1	13	6	5,2	1,3
	<i>H. vulgare var. Nudum</i>	2,5	0,5	15,5	1	3	1	7,7	2,5
	<b><i>H. spontaneum/distichum</i></b>	5	7,5	0	0	0	0	4,7	0,3
	<i>H. spontaneum</i>	5	2	5	0,5	0	0	0	0
	<b><i>H. distichum</i></b>	4	8,5	21	4	22,5	11,5	46,3	15,7
LEG	<i>Pisum</i>	5	1,5	15,5	1	16	4	2,7	0,7
	<i>Lens</i>	36,5	12	47	26	6,5	1	0	0

Fig. III.3.85.Registro diacrónico de la frecuencia relativa de aparición y del número de individuos de los principales taxones cultivados y explotados documentados en tell Halula. La columna de *T. dicoccum/monococcum* hace referencia a bases de espiguilla, y el resto a semillas. Entre los cereales, los marcados en negrita corresponden a especies vestidas, y las no marcadas corresponden a especies desnudas. Datos del análisis: PPNB Medio n° carporrestos=664, n° UE=77; PPNB Reciente n° carporrestos=869, n°UE=19; Pre-Halaf n° carporrestos=198, n° UE=31; Halaf (promedio de Halaf antiguo, medio y reciente) n° carporrestos=1649, n° UE=56. Elaboración propia a partir de Buxó & Rovira (2013, figs. 4,5 y 6).

La cuestión sobre el procesado de cereales vestidos es un debate abierto actualmente en arqueología, y que permite plantear diversas hipótesis a partir de la información que aporta el registro etnográfico y arqueológico actual. Cierto es que los cereales vestidos pueden ser consumidos enteros (con glumas) o tras un proceso de descascarillado (ver Parte 1, y cap. 3.2). En el caso de tell Halula, el registro arqueobotánico cuenta con numerosos fragmentos de bases de glumas y espiguillas de trigos vestidos (Buxó & Rovira 2013) que podrían constituir el subproducto de un proceso de descascarillado; si bien también hay que destacar que, hasta el momento, no se han llevado a cabo análisis específicos para valorar esta hipótesis<sup>21</sup>.

Por nuestra parte, el análisis funcional de los artefactos de molienda y trituración señala a dos posibles candidatos que podrían estar relacionados con el descascarillado de cereales vestidos. En primer lugar, los morteros del tipo 2 de mayor tamaño, HL-30AP-2095 y HL-49-2040, y que están datados en el Pre-Halaf y el Halaf, respectivamente. En segundo lugar, ha sido documentado un grupo de cinco molinos del tipo 1b que, a nivel traceológico, podría

<sup>21</sup>Un análisis arqueobotánico detallado sobre los patrones de fractura observados en los granos y las bases de espiguillas de cereal podría determinar si han sufrido un proceso de descascarillado, trillado, etc. (Antolín 2013; Alonso *et al.* 2013).

vincularse con el procesado de legumbres como las lentejas y también con el descascarillado de cereales vestidos<sup>22</sup>. A pesar de esta inexactitud en el análisis<sup>23</sup>, es remarcable señalar que 4 de estos 5 molinos proceden de los niveles Pre-Halaf del poblado, mientras que el quinto restante permanece con una atribución crono-estratigráfica indeterminada.

De forma sintetizada, durante el periodo PPNB Medio, cuando los molinos y moletas del tipo 1a son mayoritarios, se están explotando todo tipo de especies de cereales, destacando la escanda (*T. dicocum*), de tipo vestido, y el trigo común/duro, de tipo desnudo. Los procesos de molienda podrían llevarse a cabo con ambas variantes de cereal, y si se quisiera retirar los fragmentos de glumas del trigo vestido una vez molido, podrían utilizarse técnicas como el cribado.

A continuación, en el PPNB Reciente, se produce un aumento muy significativo de la presencia de trigo desnudo, momento en el cual no se han recuperado molinos de ningún tipo, aunque sí algunas moletas del tipo 1a. Para este horizonte, la falta de registro artefactual podría sugerir que la molienda de cereales fue parcialmente substituida por otras técnicas de procesado previas al consumo (hervido, etc.); aunque cabe recordar que sí se recuperan tres morteros y algunos pilones que podrían haber sido utilizados en la preparación de los cereales (trituration, pulverización, etc.).

Ya en el periodo Pre-Halaf, cuando se asiste a una subida general de los restos de cereales vestidos sobrepasando los de tipo desnudo, se recuperaron numerosos molinos tanto del tipo 1a como del tipo 1b, y estos segundos presentan patrones de trazas de uso que podrían vincularlos con el descascarillado de cereal (ver *supra* apartado 3.1.2). Además, uno de los morteros (HL-30AP-2095, fig.III.3.72), que a nivel funcional podría funcionar como receptáculo para el descascarillado del cereal, también fue recuperado en este periodo. Por tanto, estos datos podrían estar indicando cambios en las técnicas de procesado de los cereales vestidos, ahora mayoritarios en el espectro de especies explotadas del horizonte Pre-Halaf, de manera que una secuencia de descascarillado podría preceder a la molienda de los cereales, utilizando molinos del tipo 1b y, ocasionalmente, grandes morteros como HL-30AP-2095.

Finalmente, en el periodo Halaf, se siguen explotando mayoritariamente especies de cereal vestido, y de nuevo vuelve a documentarse tan sólo un molino del tipo 1a, y dos moletas del tipo 1 indeterminado (1a o 1b). Sin embargo, se trata del periodo en el que se recupera el mayor número de morteros (n=4), y uno de ellos también podría vincularse a nivel funcional con el descascarillado de cereales (HL-49-2040, fig.III.3.72). En esta ocasión, las evidencias sugieren probablemente una estrategia de procesado más diversificada, en la que podrían llevarse a cabo la molienda directa de granos de cereal vestido (como en el periodo PPNB Medio), la implementación puntual de secuencias de descascarillado con morteros de gran tamaño, u otro tipo de tratamientos, que podrían realizarse con los morteros documentados.

---

<sup>22</sup> Se trata de asignaciones funcionales basadas en la comparación con el referencial experimental (cap. 3.2).

<sup>23</sup> Cabe destacar también que es poco probable que existieran molinos especiales para el descascarillado de cereales vestidos, y que probablemente se pudieron utilizar para esta actividad equipos de molienda también implicados en el procesado de otras sustancias, como pueden ser las legumbres y otros vegetales.

En este sentido, nuevos estudios sobre la explotación de plantas en el poblado de tell Halula, incluyendo el análisis espacial de los restos, la detección de áreas de trabajo agrícola, etc. (Faissal, en prep.), permitirán aportar más datos sobre el tipo de procesado que pudieron experimentar los cereales, leguminosas y otras especies vegetales, hasta llegar a ser molidas y/o trituradas con el utillaje macrolítico.

Respecto al registro derestos de frutos en tell Halula, se han documentado restos de manera puntual tanto de almendro, de almácigo (*Pistacia* sp.), como de higuera (*Ficus*), cuyos frutos podrían haber sido procesados con el utillaje de molienda y trituración para la preparación de determinadas comidas sin que su procesado sea imprescindible para el consumo humano.

## 7. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DEL UTILLAJE DE TELL HALULA

A modo de conclusión general del estudio, se ha tratado de contextualizar la producción y gestión del utillaje de molienda y trituración con la dinámica de ocupación del poblado de tell Halula, desde las primeras fases precerámicas hasta los horizontes cerámicos Pre-Halaf y Halaf del asentamiento.

En lo concerniente a la explotación de materias primas, la variedad litológica en la fabricación de útiles de molienda y trituración es una constante a lo largo de la secuencia de ocupación de tell Halula, si bien se documenta un aumento en el uso de aquellas rocas cuyo acceso es de tipo inmediato (las calizas) a partir de las fases cerámicas (Pre-Halaf y Halaf). Por el contrario, el grado de inversión en la manufactura de los ítems no presenta diferencias significativas entre los diferentes periodos históricos del poblado. El tamaño elevado de los ítems de molienda, es también otra variable poco discriminante entre los diversos periodos de tell Halula, ya que se documentan molinos y moletas de distintos tamaños tanto en las fases precerámicas como en las cerámicas.

El equipo de molienda formado por los molinos y moletas del tipo 1a se caracterizan por una estandarización notable en varios aspectos de su tecnología y funcionalidad: la materia prima (domina el basalto), la correspondencia morfométrica (a partir de 4 modelos básicos, fig. III.3.70) y los patrones de trazas de uso. De esta forma, a pesar de que tal y como señala el registro etnográfico consultado se considera que los molinos de cereales pueden ser ocasionalmente utilizados de forma complementaria para procesar otras sustancias (Hayden 1984; Roux 1986; David 1996), en tell Halula, el tipo 1a se corresponde con útiles principalmente utilizados en la molienda de cereales, tal y como también indica la poca variabilidad en las trazas de uso observadas sobre las superficies activas.

Por otra parte, el equipo de molienda formado por molinos y moletas del tipo 1b se caracteriza por una mayor diversidad en cuestión de trazas de uso, lo cual los ha relacionado con el procesamiento tanto de legumbres, como del descascarillado de cereales, y quizá otras sustancias vegetales. Tras vincular las variaciones a través de la secuencia cronológica de tell Halula, se ha podido comprobar que, si bien no existe una relación directa entre un tipo de molino/moleta y la molienda de especies concretas de cereal, cuando se observa una mayor presencia y/o diversificación de ítems (en el PPNB Medio y en el Pre-Halaf), el registro

arqueobotánico indica la explotación de cereales vestidos (PPNB Medio y Pre-Halaf) y de cereales desnudos (PPNB Medio). A pesar de estas tendencias, se documentan periodos en los que no aparecen molinos (PPNB Reciente y Halaf), lo cual podría sugerir cambios en el tratamiento de la cosecha y en las prácticas culinarias.

Finalmente, los molinos y moletas del tipo 2 son siempre útiles de molienda del grupo 1 reutilizados y reaprovechados para otras funciones; principalmente, el trabajo de la piel animal en el PPNB y el procesado de materias minerales a partir del Pre-Halaf (¿vinculación con la aparición de la cerámica?).

De este modo, la reutilización final (no complementaria) de ítems de molienda para funciones secundarias es una práctica habitual en tell Halula, con leves diferencias a lo largo de la secuencia cronológica de ocupación del poblado (molinos más reutilizados a partir del Pre-Halaf, y moletas más reutilizadas en el PPNB Medio y Reciente). De esta forma, el análisis funcional permite evaluar el grado de dinamismo que caracteriza la producción y gestión de este utillaje, ya que se observan constantes procesos de reacondicionamiento de estos útiles, por ejemplo, tras una fractura (habitual en el grupo 2 de molinos y moletas). La reutilización de instrumentos también es una práctica recurrente en la industria lítica de tell Halula (Molist et al. 1994; Molist et al. 1998; Molist et al. 2001; González & Ibáñez 2001; Borrell 2006).

En relación con el utillaje de trituración (morteros y pilones), el análisis realizado ha permitido evaluar una primera asignación funcional a los diferentes tipos de útiles descritos, teniendo en cuenta que deberán realizarse análisis más específicos (traceología a grandes aumentos y análisis de residuos) para poder avanzar con más detalle en las atribuciones funcionales de este conjunto.

Respecto al valor económico de los productos obtenidos con el utillaje de molienda y trituración, cabe destacar el grado de adecuación de la materia prima mayoritaria seleccionada para manufacturar estos útiles, el basalto (ver cap. 3.1). Por una parte, se trata de una materia prima que no aflora de manera natural en las inmediaciones del poblado, sino que debe ser recolectada en depósitos secundarios de los ríos Éufrates y Sejur (este último entre 27-45 km de distancia desde el poblado). Por otra parte, las secuencias de reavivado, tanto en molinos como en moletas son muy constantes (uso intensivo), y explican el desgaste (pérdida de volumen) que se observa en algunos útiles. Finalmente, cabe destacar la aparición de ítems enteros, o casi enteros, en contextos especiales de amortización, como dentro de los muros y dentro de los contextos funerarios a modo de objetos de ajuar. Se trata de prácticas que, sin duda, guardan relación con la consideración social, cultural y económica que debieron tener estos útiles, así como las actividades que realizaban.

La cuestión sobre la estructura social que envuelve la producción de artefactos de molienda en tell Halula (¿existían artesanos especializados en la manufactura de este utillaje? ¿o formaba parte de un conocimiento técnico general compartido entre la mayoría de los habitantes?) es difícilmente abordable en el caso de tell Halula, ya que no contamos con evidencias directas sobre el proceso de manufactura. Sin embargo, se trata de un utillaje muy importante a nivel numérico en el poblado, y que mantiene una posición especial en los aspectos simbólicos de la comunidad (aparición de útiles en las sepulturas, en contextos rituales, etc.). A juzgar por la variabilidad de formas, tamaños, inversión de trabajo en la preparación de los ítems, y la

relativa sencillez de las técnicas de manufactura empleadas (talla, piqueteado, abrasión), no parecen existir indicios de que se trate de un tipo de producción que demande artesanos especializados; a pesar de que se trata de un utillaje con un alto nivel de efectividad técnica. En la Parte 4 del trabajo, retomaremos esta cuestión en relación con el resto de casos de estudio.

### *Propuestas de trabajo*

El registro arqueológico del yacimiento de tell Halula constituye un escenario excepcional para avanzar en el conocimiento sobre la tecnología macrolítica en relación con los inicios de la agricultura en el Próximo Oriente. La continuación del presente estudio está enfocada a avanzar en el análisis del utillaje de molienda y trituración por Fases de Ocupación, con el objetivo de identificar con mayor exactitud los cambios en la producción y gestión de esta tecnología.

Por otra parte, un análisis comparativo de la distribución espacial de este utillaje, junto al de otras categorías de útiles como los percutores, pulidores, alisadores, etc., permitirá evaluar el rol de estos artefactos y de los usos a los que fueron destinados a lo largo de la secuencia de ocupación del poblado de tell Halula. Finalmente, un enfoque interdisciplinar que aúne los resultados del estudio de los restos arqueobotánicos (productos y subproductos), las hojas de hoz (útiles de siega), los espacios de producción y almacenaje (zonas de procesado, silos, etc.) y los propios agentes productores y consumidores (estudios antropológicos, indicadores de dieta, isótopos) resulta esencial para completar los objetivos de la investigación.



### 3.3.3. TELL ASWAD. ESTUDIO DEL CONJUNTO DE INSTRUMENTOS DE MOLIENDA Y TRITURACIÓN

#### Introducción

El yacimiento de tell Aswad fue descubierto en 1967 por Henri de Contenson, quien dirigió las primeras operaciones de campo y estudio de materiales, y, posteriormente, el proyecto fue reiniciado por D. Stordeur y B. Jamous entre los años 2001-2006 (ver cap. 1.4., apartado 1.4.2). La propuesta actual de periodización del yacimiento sitúa la primera ocupación de tell Aswad hacia el final del **PPNB antiguo**, un desarrollo notable en el **PPNB medio** y **PPNB final**, y una ocupación más tardía ya en el periodo cerámico (Neolítico antiguo de Byblos). El periodo PPNB del poblado se caracteriza por una rica y variada arquitectura en tierra (foco de invención del adobe) y, sobre todo, por el desarrollo espectacular de las prácticas funerarias. Ya en la fase cerámica del asentamiento, destaca la aparición de gran parte del material arqueológico, en especial de utillaje de molienda, en grandes fosas de desecho y en estructuras de combustión.

Los trabajos de campo de las campañas de Stordeur y Jamous se basaron en una excavación en extensión subdividida a partir de *carrés* y *locus*. La identificación de estructuras de hábitat mediante casas (*maisons*) ha permitido llevar a cabo un análisis espacial de los materiales y las estructuras domésticas halladas en el poblado, el cual se encuentra en proceso de finalización (Stordeur *et al.*, en prep.). Así mismo, las unidades estratigráficas se agrupan en niveles de ocupación (hasta un total de 19 niveles) para una organización crono-estratigráfica del yacimiento.

#### 1. Caracterización general del conjunto de campañas 2002-2006 (excavaciones Stordeur-Jamous)

El estudio de materiales de molienda y trituración del yacimiento de Tell Aswad incluido en el proyecto de tesis ha podido contar con los materiales procedentes de las campañas de excavación dirigidas por Danielle Stordeur y Bassam Jamous entre los años 2001 y 2006. La base de datos del presente estudio incluye los materiales de 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006<sup>1</sup> recuperados en el yacimiento. El conjunto estudiado procede, aunque con una distribución desigual, de todos los niveles de ocupación del poblado, datados entre el Neolítico Pre-cerámico B Antiguo, Medio y Reciente, y el Neolítico cerámico (8700-7500 Cal BC). La metodología de trabajo de campo durante la excavación de tell Aswad estipulaba la recogida tanto de los ítems enteros como de los ítems fracturados.

---

<sup>1</sup> Los materiales de la primera campaña de 2001 de tell Aswad no fueron incluidos en el estudio por cuestiones de localización y por tratarse de materiales de difícil adscripción crono-estratigráfica (D. Stordeur, com. pers.)

MATERIAL DE MOLIENDA Y DE TRITURACIÓN DE TELL ASWAD									
Categoría de útil	Molinos	Moletas	Morteros	Pilones	Útil Molienda Indet	Restos de fabricación	Otros	Total ítems	Total ítems %
Total	22	57	4	22	8	3	3	119	
Preservación	Enteros	9	22	0	9	1	1	44	37,0
	Enteros Frag	6	0	0	3	0	1	10	8,4
	Frag	7	35	4	10	7	2	65	54,6
Total % Tipo Básico	18,5	47,9	3,4	18,5	6,7	2,5	2,5		

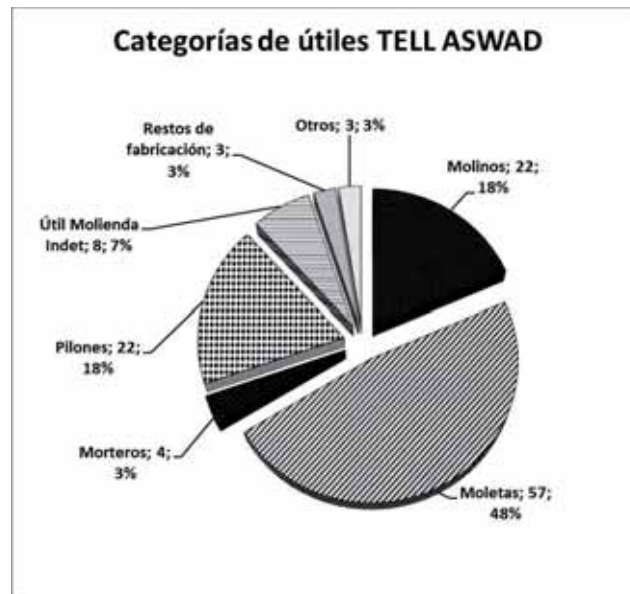


Fig. III.3.86. Tabla resumen (arriba) y gráfico (abajo) con la distribución absoluta y porcentual de los materiales según categoría de útil en tell Aswad.

La figura III.3.86 representa la repartición general del conjunto de material de molienda y trituración de tell Aswad (n=119). Según la clasificación en los tipos básicos definidos en este trabajo, el mayor porcentaje (47,9%), casi la mitad de los útiles estudiados, se corresponde con las **moletas**. Seguidamente, los **molinos** (18,5%) y los **pilones** (18,5%) constituyen el segundo grupo más numeroso. A priori, en un análisis preliminar se constata una relación de 2:1 entre moletas y molinos; una tendencia general observada en otros casos de estudio, que, sin embargo, deberá ser reformulada tras el análisis funcional de los artefactos de molienda de tell Aswad (ver *infra*). Por último, los cuatro grupos minoritarios (**útiles de molienda indeterminados** 6,7%; **morteros** 3,4%; **restos de fabricación** 2,5%; **Otros** 2,5%) completan el conjunto de tell Aswad. En la categoría genérica de Otros se han registrado útiles relacionados con la fabricación del utillaje de molienda y trituración, como los percutores (n=3) con plataformas de percusión amplias y contundentes que podrían vincularse con las tareas de fabricación y mantenimiento de los útiles de abrasión y trituración.

Con respecto a los índices de fracturación de los ítems (54,6% del conjunto se encuentra fracturado) y los tipos de fracturas determinados, ha sido posible identificar patrones de fractura estandarizados y muy recurrentes en el registro artefactual (fig.III.3.87). A priori, no

parecen fracturas accidentales, sino que la reiterada aparición de los patrones de fractura tipo 1 (en moletas), tipo 4 (en molinos) y tipo 6 (también en molinos y moletas) permite plantear una intencionalidad en los procesos de fracturación de estos útiles. Estos índices de fracturas frecuentes serán puestos en relación con los contextos de aparición de estos ítems fracturados en el registro arqueológico (apartado 5).

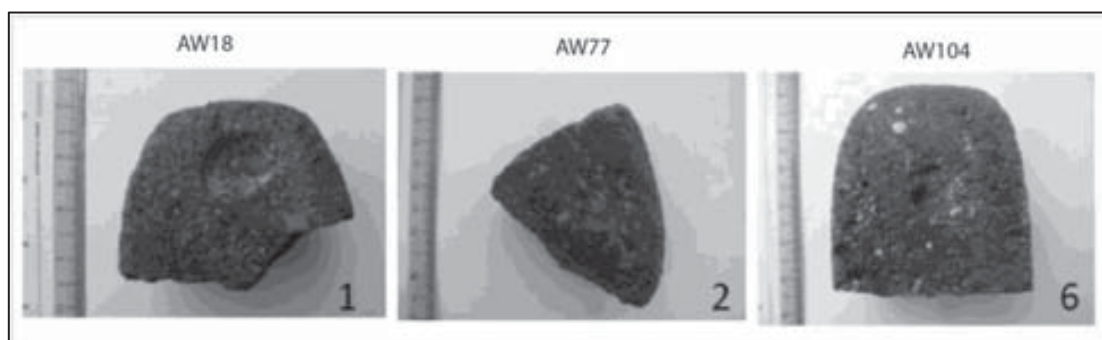
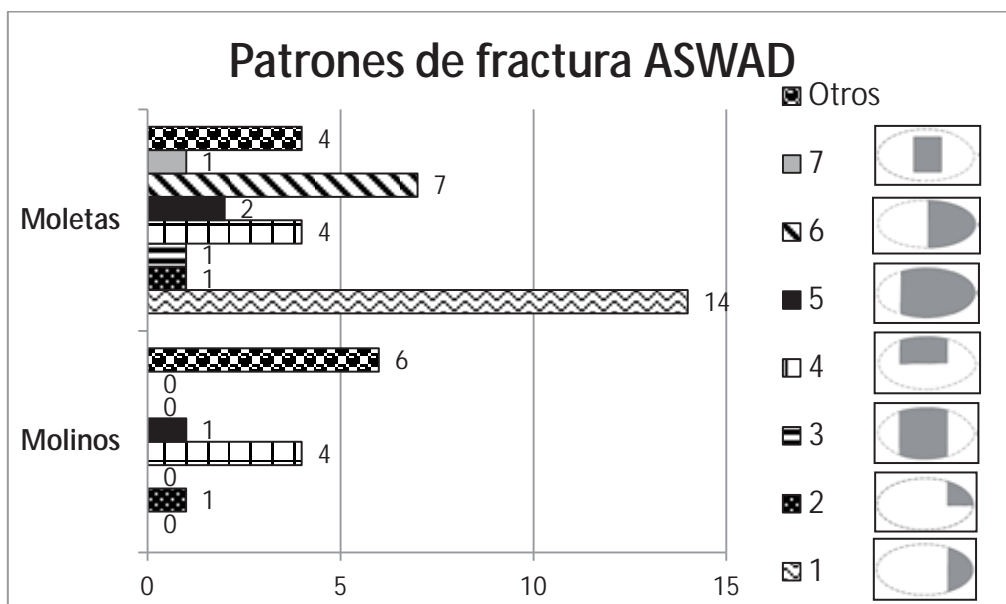


Fig. III.3.87. Patrones de fractura documentados en los útiles del equipo de molienda de tell Aswad (arriba). Ejemplos de patrones de fractura 1, 2 y 6 en moletas (abajo).

Si atendemos a la distribución de los ítems de molienda y trituración entre las diversas fases de ocupación del asentamiento de Tell Aswad (fig. III.3.88), advertimos, en primer lugar, que la mayoría de útiles recuperados pertenecen a los niveles PPNB (Fases B, segunda columna, desglosada en las columnas de color negro por niveles) por delante de las ocupaciones del período cerámico (Fase A, primera columna). Debido a que actualmente se está trabajando la estratigrafía de tell Aswad, un cierto número de ítems permanece con atribución cronológica indeterminada (columna gris).

Entre las fases de ocupación precerámicas (PPNB), la fase más reciente B-5 ha proporcionado el mayor número de útiles (n=10), seguida de la fases intermedias B2 (n=7), B3 (n=6) y B4

(n=7). Entre las fases más antiguas destaca la B8, con un total de 5 útiles de molienda y trituración.

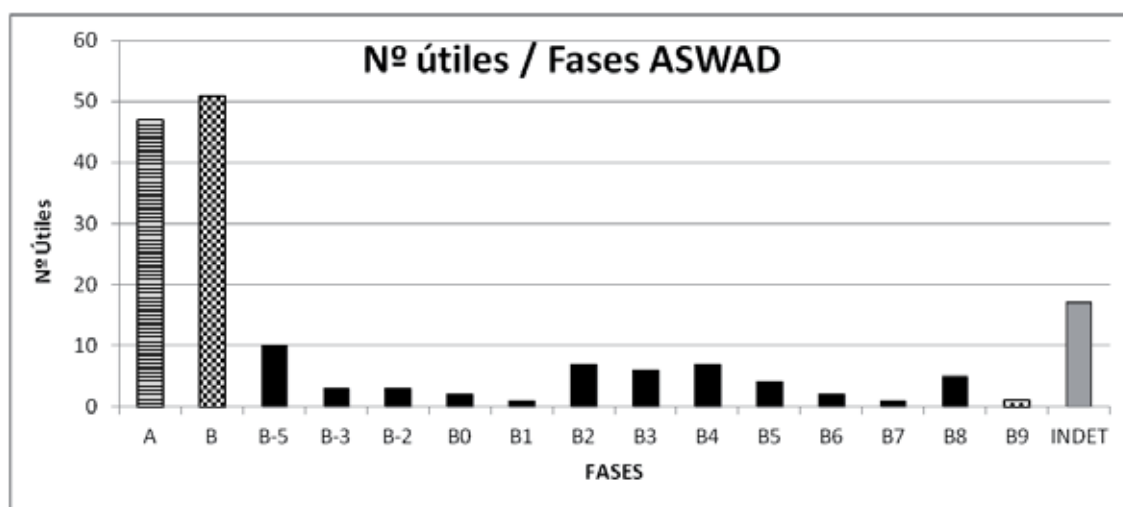


Fig. III.3.88. Distribución de los útiles de molienda y trituración por fases de ocupación A (fase cerámica) y B (fase precerámica), y por los niveles precerámicos establecidos (B5 - / B9) en tell Aswad.

*El utillaje en piedra piqueteada o pulida estudiado por de Contenson (1995)*

Según de Contenson (1995), el utillaje en piedra piqueteada o pulida recuperada durante las excavaciones de 1971-72 no es muy abundante debido a la supuesta lejanía del asentamiento con respecto a las fuentes de materia prima: “La llanura alrededor de Aswad está compuesta por sedimentos lacustres pobres en elementos rocosos” (de Contenson 1995:125). En términos generales, el utillaje resulta menos abundante en el nivel I (PPNA y PPNB antiguo según la atribución cronológica del autor) que en el II (PPNB medio). Se distinguen una primera categoría general de utillaje, en la que se propuso la funcionalidad de los objetos), y una segunda categoría de utillaje con uso indeterminado.

Como comentario general, de Contenson propone que la materia prima del utillaje más voluminoso fabricado sobre basalto provenga, sin duda, de la colina de Hijjané, situada a 6 km al sur del tell, la cual presenta un gran afloramiento de basalto en la cima. Describe los molinos como útiles de tamaño grande y “ensellés” (cóncavos), y todos se encuentran fragmentados, por lo que resulta difícil una atribución tipológica; aunque destaca la ausencia de molinos con “doble cubeta”, característicos, según él, del PPNB y bien documentados en otros yacimientos como Tell Ramad. Las moletas son más pequeñas y móviles, y una de sus caras se encuentra fuertemente usada debido al frotamiento con los molinos a los cuales éstas se asocian (la repartición según niveles y sondeos de los instrumentos de molienda se corresponden en gran medida entre molinos y moletas).

También se contabilizan como instrumentos de “broyage” fragmentos de pilones y morteros, cantos rodados utilizados como machacadores, bolas utilizadas como percutores o machacadores, pulidores, un gran bloque con cúpula y lo que se denomina “palettes” de

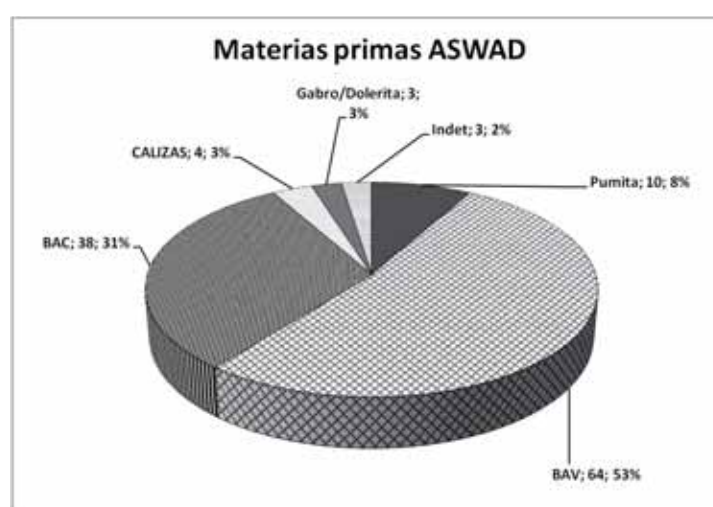
basalto vesicular, que interpretamos como posibles losas de trabajo diverso. Cabe destacar la presencia de algunos restos de pigmentos denominados “ocres” en una de las bolas y en una de las paletas de BAV, además de la recogida de un fragmento de ocre en el nivel *Ouest II 2*.

En segundo término, y con menor número de efectivos, el material fabricado sobre roca caliza generalmente corresponde con útiles de menor tamaño. En relación con actividades de molienda y trituración, tan sólo se recuperaron un fragmento de pilón y un percutor discoide elaborados con caliza dura, mientras que los objetos en caliza de tipo recipiente son algo más comunes (Fig.3.3.51).

Finalmente, un tercer grupo de rocas variadas ha proporcionado útiles diversos, algunos destacables como otro fragmento de pilón y otra losa con cúpula ambos fabricados sobre gres. Los resultados del estudio de de Contenson (1995) serán puestos en relación con los nuevos resultados obtenidos en el marco del presente trabajo.

## 2. Análisis de la materia prima (campañas 2002-2006)

La materia lítica mayoritaria en la confección del utillaje de molienda en tell Aswad (fig.III.3.89) es el basalto (83,2% del total) representado en diferentes facies (basalto compacto=31% y vesicular=53%). Las demás litologías son consideradas minoritarias (pumita 8,4%; gabro 2,5%; calizas 3,4%; Indet. 2,5%).



Materia Prima	CATEGORÍA DE ÚTIL / MATERIA PRIMA ASWAD															
	Molinos	%	Moletas	%	Morteros	%	Pilones	%	Útil Molienda	%	Restos de fabric	%	Otros	%	Total	
BA C	16	72,7	4	7,0	2	50	7	31,8	3	38	3	100	1	33,3	36	
BA V1	3	13,6	12	21,1			7	31,8	3	38					25	
BA V2			19	33,3			3	13,6							22	
BA V3	2	9,1	13	22,8			1	4,5							16	
Pumita			7	12,3	1	25			2	25					10	
Gabro/Dolerita	1	4,5	1	1,8	1										3	
Caliza						25	4	18,2							4	
Indet			1	1,8									2	66,6	3	
<b>Total</b>	<b>22</b>		<b>57</b>		<b>4</b>		<b>22</b>		<b>8</b>		<b>3</b>		<b>3</b>		<b>119</b>	

Fig. III.3.89. Distribución absoluta y porcentual de la materia prima de los útiles de molienda y trituración según categoría de útil.

Además, entre las rocas basálticas utilizadas destacan las de tipo vesicular (con varios grados de vesicularidad, BV1+BV2+BV3), las cuales se explotan para un mayor número de artefactos de molienda y trituración. Los molinos son preferiblemente fabricados sobre basalto compacto (72,7% del total de molinos), y, en menor medida, sobre basalto vesicular (22,7%) y gabro (4,5%). En cambio, las moletas se elaboran preferentemente sobre basalto vesicular (78,9%), seguido de lejos por la pumita (12%), y, en menor medida, por el basalto compacto (7%). Una estrategia similar se observa en los pilones (BC=31,8%; BAV=49,9%). Entre los basaltos, existe una preferencia general hacia aquellos bloques que presenten un grado de *vesicularidad* entre BV1 y BV2 (en molinos, moletas y pilones), si bien también se explotan en ocasiones los basaltos de mayor vesicularidad tipo BAV3 para las moletas (22,8% de las moletas) y los pilones (4,5% de los pilones). Las pumitas son utilizadas en la manufactura de un grupo reducido de moletas que destaca, sobre todo, por la elevada porosidad de sus superficies activas y la ausencia de zonas de alisado sobre ellas, lo cual podría estar indicando una o varias funciones diferentes para este grupo de útiles no vinculadas con el procesado de grano (fig. grupo pumitas, ver *infra* apartado moletas).

Por otro lado, los gabros han sido utilizados ocasionalmente en la confección de una moleta, un mortero y un molino. Se trata de una materia prima muy similar al basalto compacto, aunque de granulometría superior, y que se encuentra disponible en los mismos afloramientos basálticos del entorno de Tell Aswad (ver cap.3.1). Con respecto a las calizas, los cuatro pilones elaborados sobre esta materia prima se corresponden con calizas silicificadas<sup>2</sup> de gran dureza y cohesión, por lo que constituyen rocas muy aptas para desempeñar tareas de percusión y trituración.

Atendiendo a los resultados de la figura III.3.89, cabe destacar que la homogeneidad litológica en la fabricación de útiles de molienda y trituración en Tell Aswad es comparable a otros asentamientos de la misma zona. En Tell Ramad, el 92,5% del utillaje de molienda es sobre basalto local; el poco utillaje hallado en Ghoraifé, n=6, también es sobre basalto; y, sobre todo, también se certifica una correspondencia con los primeros materiales estudiados procedentes de las campañas de los años setenta en Tell Aswad (de Contenson, ver fig.3.3.51) anteriores al presente estudio. De nuevo, la elección preferencial de los basaltos para la elaboración del utillaje de molienda y trituración se encuentra estrechamente vinculada, por un lado, a las propiedades físicas del basalto (capacidad de abrasión y de resistencia a la fricción), y, por otro, a la disponibilidad de las áreas-fuentes cercanas al poblado de Tell Aswad (cap. 3.1).

### *Soportes*

Los datos indican que la estrategia de aprovisionamiento preferente para la fabricación de molinos ha sido la recolección directa de bloques de basalto en una fuente de tipo primario, en este caso, la montaña de Hijjané o afloramientos cercanos a ésta. Se trata de soportes a partir de bloques de tendencia paralelepípeda y laterales angulosos, que, por lo general, no presentan formas elipsoidales y ángulos redondeados, tal y como ocurre con los cantos rodados.

---

<sup>2</sup> Silicificación: Proceso diagenético consistente en el reemplazamiento de un mineral (normalmente carbonático o evaporítico) por cuarzo, calcedonia u ópalo.

Debido a los procesos de manufactura documentados en el caso de las moletas, ha resultado difícil identificar los tipos de soporte de materia prima seleccionados para la fabricación de las moletas, ya que el grado de modificación de los soportes es, en este caso, más elevado. Las formas finales, de tendencia oval/lenticular, sobre todo con extremos redondeados, se relacionan habitualmente con soportes de tipo canto rodado o canto fluvial, aunque en este caso, y atendiendo a los grados de modificación de las moletas, probablemente proceden de fragmentos de bloques recolectados de una fuente de materia prima de tipo primario, como la montaña de Hijjané.

Una situación similar se observa en el análisis de los pilones, pues los soportes de materia prima podrían corresponder a clastos de río o a bloques procedentes de afloramiento primario que han sido manufacturados. En este caso, debido a la cercanía de las coladas basálticas y de la relativa facilidad con la que se puede manufacturar el basalto, la hipótesis más probable es que también se trate de bloques o fragmentos recolectados en la cercana montaña de Hijjané.

### *El papel de la montaña basáltica de Hijjané en el sistema técnico de manufactura del material de molienda y trituración de tell Aswad*

Tal y como ha sido analizado mediante prospecciones y análisis por lámina delgada, la montaña basáltica de Hijjané se presenta como la fuente de materia prima esencial en la manufactura del instrumental de molienda y trituración de tell Aswad (ver resultados en cap.3.1 y Anexo 1). Dada la práctica ausencia de restos de fabricación documentados durante la excavación de tell Aswad (n=3), la montaña de Hijjané podría constituir otro caso de *“quarry-and-production site”* (Wilke & Quintero 1996), es decir, una fuente de materia prima que fuese utilizada como lugar de aprovisionamiento y de zona de fabricación de artefactos.

La cercanía del poblado de tell Aswad a la montaña basáltica de Hijjané explicaría el probable desarrollo de las primeras etapas de manufactura de los artefactos de molienda y trituración en el propio lugar en el que fueron recolectados. Es más, resultaría plausible que los habitantes de tell Aswad habilitasen una zona de manufactura en la propia montaña para poder llevar a cabo la selección y la talla de los soportes allí mismo, de modo que los útiles serían transportados al poblado en un estadio de manufactura avanzado, probablemente para ser finalizados mediante piqueteado y abrasión. De esta forma, Wilke & Quintero (1996) destacan las ventajas de realizar la talla en el propio lugar de extracción, ya que la talla constituye el estadio del proceso de manufactura que mayor riesgo de fractura conlleva; de tal forma que podría evitarse el costoso traslado de bloques sin trabajar hasta el poblado, los cuales podrían resultar accidentados durante su manufactura para convertirse en artefactos. Desgraciadamente, aún sabiendo que una hipótesis de este calibre debería ser contrastada con un estudio detallado de la propia montaña de Hijjané, y de las posibles evidencias de extracción y manufactura que pudieran conservarse, este enclave constituye, en la actualidad, (y durante las prospecciones de 2009-2010) un recinto militar de difícil acceso.

### Asociación entre la materia prima de útiles activos y de útiles pasivos

La distribución de los materiales a lo largo de la secuencia cronológica del yacimiento (fig.III.3.90) permite observar las probables asociaciones líticas que se dieron entre molinos y moletas en cada fase de ocupación. Sin embargo, se observan desigualdades entre el número de efectivos documentados para cada categoría de útil, siendo éstas en ocasiones inexistentes en algunas fases del poblado (por ej. moletas n=1 y pilones/morteros n=0 en las fases antiguas B12-B9). A nivel general para toda la secuencia, se puede destacar una recurrencia en el uso de basalto compacto para la manufactura de molinos, en contraposición al uso de basalto vesicular para la elaboración de los útiles activos de molienda (moletas). Los pocos morteros recuperados se elaboraron tanto en basalto compacto como en pumita y gabro, y los pilones se confeccionan preferentemente en basalto vesicular en las fases precerámicas, y en basalto compacto en la fase cerámica de tell Aswad.

El hecho de que tanto el basalto (vesicular y compacto), como los gabros y las pumita se encuentren accesibles en el entorno local del poblado de tell Aswad, nos conduce a plantear la hipótesis que la elección entre las rocas más porosas (BAV y pumita) y las rocas más compactas (BAC y gabro) para la elaboración de los útiles esté motivada por cuestiones de índole tecnológica (diferencias en el grado de dificultad técnica en la manufactura de cada roca) y funcional (diferentes usos para cada roca). Veremos en cada categoría de útil como puede ser abordada la cuestión sobre la elección de las materias primas.

		Periodo Precerámico B				A (Periodo cerám.)
		B (todo precerám.)	Fase antigua (B12-B9)	Fase media (B8-B1)	Fase reciente (B0-B-5)	
MOLINOS	BAC	4	4		1	8
	BAV	2	1		1	
	Pumita					
	Gabro	1	1			
MOLETAS	BAC	1		1	1	2
	BAV	22	1	15	6	13
	Pumita	5		2	3	2
	Gabro	1				
PILONES	BAC	1		1		5
	BAV	6		5	1	4
	Pumita					
	Gabro					
	Caliza					2
MORTEROS	BAC	1			1	1
	BAV					
	Pumita	1			1	
	Gabro					1

Fig.III.3.90. Distribución de las categorías de útiles en función de la materia prima y del periodo de ocupación de tell Aswad. BA=Basalto Compacto; BAV=Basalto Vesicular.



### 3. Análisis de la manufactura, uso y mantenimiento del utillaje de molienda en tell Aswad

#### 3.1. Los molinos

##### 3.1.1. Manufactura, morfometría y tipología de los molinos

Los restos de fabricación (lascas de talla, fragmentos de bloque) recuperados en tell Aswad son muy minoritarios (n=3), por lo que no pueden aportar información sobre las secuencias técnicas de fabricación de los útiles de molienda y trituración. Por tanto, la falta de subproductos de talla estaría indicando, en este caso, una probable fabricación de los útiles (o al menos de la primera secuencia de desbastado inicial) fuera del asentamiento de tell Aswad<sup>3</sup>, concretamente en las propias fuentes de materia prima, en este caso, el afloramiento basáltico de Hijjané. Siguiendo esta hipótesis, y ante la imposibilidad de analizar los contextos en los que se dieron lugar los primeros estadios de manufactura (selección, desbastado de bloques, talla), el análisis de los propios artefactos de molienda y trituración nos permitirá valorar las estrategias de producción de este utillaje.

El estudio tecnológico de los 22 molinos analizados pone en evidencia la poca inversión de trabajo en la transformación del soporte lítico durante el proceso de fabricación de estos útiles (fig.III.3.91). En un 50% de los ítems, la cara reversa o base del molino no ha sido modificada, y, en un 27,3%, el contorno del útil tampoco presenta ningún tratamiento tecnológico. Cuando se realiza un proceso de manufactura en el contorno, se documentan grados de modificación 1 (talla=22,7%) y 2 (piqueteado y abrasión=9,1%). Tan sólo un molino fue manufacturado hasta alcanzar el grado 3 de modificación (talla, piqueteado y abrasión), concretamente el gran molino AW117 (Fig.III.3.96b). Cuando se registran estas secuencias técnicas en los molinos, se trata de un proceso de regularización del contorno para conseguir principalmente morfologías ovales (ej. AW16) o con extremos redondeados (ej. AW117).

Con respecto al reverso, la inversión es mucho menor que en los contornos de los útiles, puesto que tan sólo un 13,5% (3 molinos) han sido manufacturados mediante talla, piqueteado y una combinación de ambas secuencias (talla y piqueteado). Esta poca inversión de trabajo en el caso de los reversos podría relacionarse con la morfología natural de algunos bloques, de tendencia aplanada en la gran mayoría, la cual resultaría satisfactoria para el usuario y no demandaría ninguna modificación adicional. A nivel de materia prima (fig.III.3.93), se observa que el basalto compacto, la roca más utilizada en la confección de molinos, puede presentar grados diferentes de transformación (desde 0 a 2 en el contorno, y mayoritariamente 0 en los reversos); mientras que los bloques de basalto vesicular se modifican siempre en el contorno, y, en ocasiones también, en el reverso (grado 0=2; grado 1=2; grado 2=1). Según los resultados del programa experimental, el basalto vesicular trabajado mediante piqueteado se modifica con mayor facilidad y en menor tiempo que el basalto compacto (ver cap. 3.2).

---

<sup>3</sup> La hipótesis más probable señala la montaña Hijjané como el lugar de extracción y primer estadio de manufactura (selección, desbastado y talla) de los artefactos de molienda y trituración en basalto y gabro hallados en tell Aswad.

Por otra parte, las secuencias de talla observadas se realizan, en general, de forma poco estandarizada y los negativos de extracción siguen orientaciones heterogéneas, de manera que se observa un conjunto de contornos y secciones de molinos en los que no parecen haber sido buscadas unas morfologías concretas por parte de los fabricantes. Cabe destacar dos excepciones claras, los molinos AW117 y AW72, los cuales sí han recibido una especial atención en su proceso de manufactura (Fig.III.3.96b-c). En cuanto a los útiles implicados en el propio proceso de manufactura de los molinos, los escasos negativos de talla observados, así como las trazas de piqueteado en algunas de las superficies analizadas, denotan la utilización de percutores líticos en estas secuencias técnicas<sup>4</sup>.

La preparación de la cara activa en los molinos de tell Aswad es realmente liviana (sólo un 36,4% presenta trazas), a excepción del gran molino AW117, el cual sí que presenta varias etapas de transformación y uso de la cara activa. Exceptuando algunos ejemplares, la mayoría de los molinos presentan una apariencia muy natural e irregular, sin apenas regularización mediante piqueteado, secuencia que, en otros conjuntos artefactuales de molinos, se identifica como la etapa básica de preparación de un molino (tell Halula, Jerf el Ahmar, entre otros; ver discusión en cap.4).

TRAZAS MANUFACTURA MOLINOS ASWAD							
Grado	Secuencias técnicas	Trazas contorno		Trazas reverso		Trazas cara activa	
		N	%	N	%	N	%
0	<i>Sin modificar</i>	6	27,3	11	50	10	45,5
1	<i>Talla</i>	5	22,7	1	4,5		
	<i>Piqueteado</i>	2	9,1	1	4,5	8	36,4
	<i>Abrasion</i>						
2	<i>Piquet+Abrasion</i>	2	9,1	1	4,5		
	<i>Talla+Piqueteado</i>	1	4,5				
3	<i>Talla+Piquet+Abbras</i>	1	4,5				
	<i>Pulido</i>						
	<i>Imperceptible</i>	4	18,2	3	13,6	4	18,2
	<i>Indeterminado</i>	1	4,5	1	4,5		
	<i>2º cara activa opuesta</i>			4	18,2		
	<i>Total</i>	22		22		22	

Fig. III.3.91. Tabla resumen con las trazas de manufactura observadas en los molinos de tell Aswad.

<sup>4</sup> El estudio de los útiles de percusión de tell Aswad se encuentra en proceso de finalización (Sánchez-Priego, en prep.), por lo que en próximos trabajos podremos relacionar los útiles de manufactura con las primeras hipótesis sobre el proceso de manufactura de los artefactos de molienda y trituración del yacimiento. Por el momento, Sánchez-Priego (2008, informe inédito) ha podido identificar tanto grandes percutores en caliza dura, como hachas con trazas de uso con trazas producidas por percusión lanzada sobre materias duras minerales, como rocas basálticas, calizas dura, etc. Se trata, por el momento, de posibles útiles susceptibles de haber sido utilizados en alguna etapa de manufactura de los molinos de tell Aswad (talla, piqueteado), que deberá ser considerado en la continuación del presente trabajo.

MANUFACTURA / MATERIA PRIMA MOLINOS TELL ASWAD										
	Grado modificación CONTORNO					Grado modificación REVERSO				
	0	1	2	3	Imperct/Indet.	0	1	2	3	Imperct/Indet.
BAC	4	4	3		5	7	1			4
BAV		1	3	1		2	2	1		

Fig. III.3.92. Distribución absoluta de los molinos elaborados en basalto compacto y basalto vesicular de tell Aswad con los diferentes grados de modificación del contorno y del reverso (manufactura).

En dos casos (AW117 y AW65), se han podido observar claramente dos secuencias de reavivado de las caras activas diferenciadas, aplicadas sobre áreas distintas: el primer piqueteado afecta a toda la cara activa principal del molino; mientras que la segunda secuencia se focaliza en la zona central de la cara activa, por lo que parece que se realizó para generar una superficie activa suplementaria para ser utilizada en percusión lanzada difusa.

De los 22 molinos documentados en tell Aswad, un total de 16<sup>5</sup> han sido analizados a nivel morfométrico. En primer lugar, se ha identificado una segunda cara activa de molienda/abrasión en 4 casos (más 2 dudosos a partir de las trazas observadas), es decir, molinos con dos caras activas opuestas (situadas en ambas caras longitudinales del ítem). En cuanto a la métrica, la longitud máxima de los molinos está entre los 198-435 mm ( $\bar{x}$ =311 mm) y la anchura máxima, entre los 123-360 mm ( $\bar{x}$ =216,3 mm) (fig.III.3.93).

Medida / N	Métrica Molinos ASWAD				n°Caras activas	n° de molinos
	$\bar{x}$	s.d.	min	max		
Long (mm) /16	311,4	76,7	198	435	1	10
Anch (mm) /16	216,3	69,4	123	360	2 prob	2
Gros med (mm) /16	76,1	25,6	41	130	2	4
Prof (mm) /8	22,9	29,8	4	94		
Sup.act (mm <sup>2</sup> ) /13	574,3	253,1	130	1118		

Fig. III.3.93. Izquierda, variables métricas de los molinos: *Long* (longitud), *Anch* (ancho), *Gros med* (grosor medial), *Prof* (profundidad transversal, *Sup Act* (superficie activa). Derecha, número de caras activas en los molinos de tell Aswad (2 *prob*= 2 probables).

Los valores de superficie activa de los molinos presentan una desviación estándar relativamente alta (s.d.=253 cm<sup>2</sup>, siendo el valor de la media aritmética 574,3 cm<sup>2</sup>), por lo que se considera que, en este nivel del análisis, se están comparando útiles muy diversos (tipo 1 y tipo 2), tal y como se verá en el análisis funcional (ver *infra*). Sobre la profundidad de la cara activa, también se han registrado valores muy distintos entre los molinos de sección cóncava, con medidas entre 4 mm (mín.) y 94 mm (máx.), aunque la mayoría ronda los 14-24 mm de profundidad, y solo un ítem (AW117) lo supera con 94 mm de concavidad de la cara activa.

<sup>5</sup> El conjunto de molinos analizados en este apartado se compone de los ítems enteros o enteros fragmentados, de los cuales se han podido registrar una o varias de sus dimensiones métricas, así como también se han podido definir a nivel morfológico.

En cuanto a las morfologías en planta de los molinos (fig.III.3.94), destacan ligeramente las formas elípticas/ovales (23%) sobre la morfología rectangular (18%) y la trapezoidal (14%), mientras que un 45% del conjunto es indeterminado. Según el estudio tecnológico de los ítems, las morfologías de tendencia oval serían el resultado del proceso de manufactura; mientras que las formas rectangulares, trapezoidales e indeterminadas corresponden a la morfología natural de los bloques de materia prima, los cuales no han sido modificados. Por otra parte, las secciones permiten discriminar tres grupos principales, en los que destaca el grupo de molinos con ambas secciones (transv. y long.) cóncavas (n=9), seguido del de los molinos con secciones recta-recta (n=6), y, por último, un único caso de molino convexo-cóncavo (transv. – longit.). Estas distinciones se encuentran relacionadas con los gestos técnicos mediante los cuales fueron utilizados los molinos y con los útiles activos con los que funcionaron de manera recíproca (ver *infra*, *Tipología, modos de aparejamiento...*). Por último, tanto en los ítems en los que se ha podido constatar un proceso de manufactura en el reverso (n=4), como en los que se conserva la morfología del bloque original, se observa una tendencia preferencial hacia las formas planas en la base o reverso de los molinos.

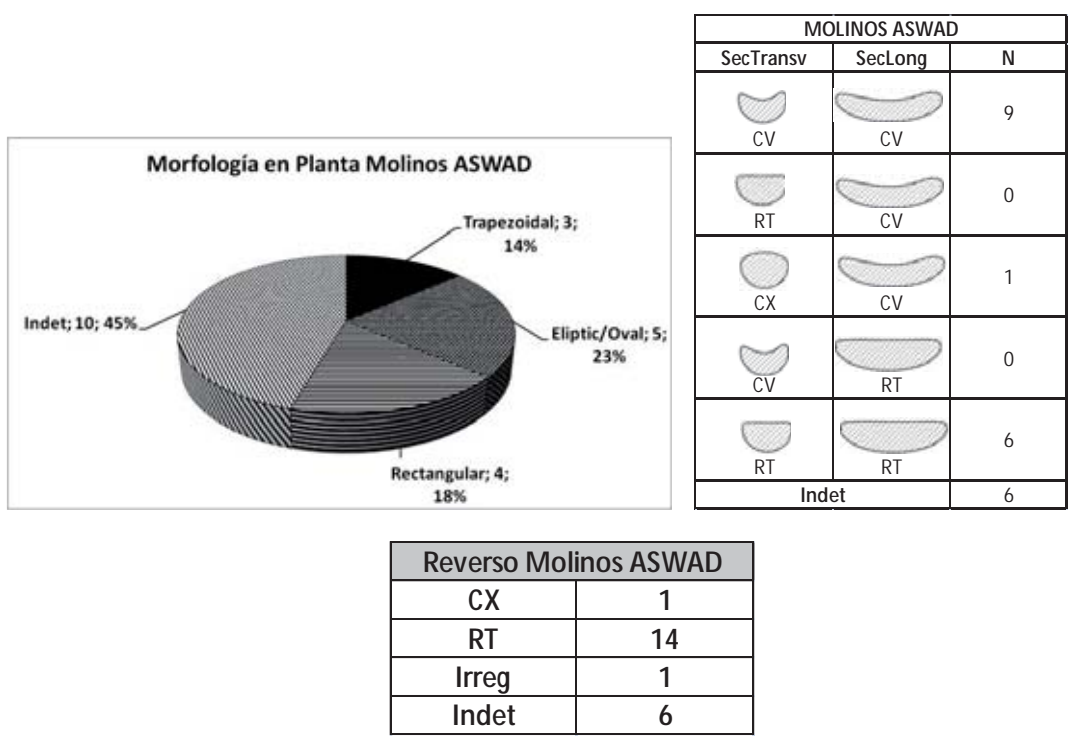


Fig. III.3.94. Variables morfológicas: arriba izquierda, morfología en planta de los molinos; arriba derecha, morfología en sección de las caras activas de los molinos; abajo, morfología del reverso de los molinos de tell Aswad.

Finalmente, en cuanto a la propuesta de tipos de molinos descrita en el cap. 2, en tell Aswad se han identificado ejemplares de los grupos 1 y 2 de molinos (fig.III.3.95). El **tipo 1a**, caracterizado por presentar evidencias de un trabajo en pareja (con moletas) mediante movimientos de vaivén (fig.III.3.96), cuenta con 4 ejemplares identificados; mientras que del **tipo 2** de molinos, aquellos que no presentan evidencias de haber sido utilizados con un útil de molienda asociado (fig.III.3.97), se contabilizan en un total de 12 ejemplares. No se han

detectado casos de molinos de los tipos 1b, 1c ni 1d en tell Aswad. El análisis traceológico (ver *infra*) de los artefactos nos permitirá vincular los tipos de molinos documentados con el procesado más específico de materias diversas en el que participaron.

TIPOLOGÍA MOLINOS ASWAD					
	GRUPO 1	GRUPO 2		INDET	Total
	Tipo 1a	Tipo 2b	Tipo 2c		
N	4	7	5	6	22
%	18,2	31,8	22,7	27,3	

Fig.III.3.95. Distribución absoluta y porcentual de los tipos de molinos en tell Aswad.

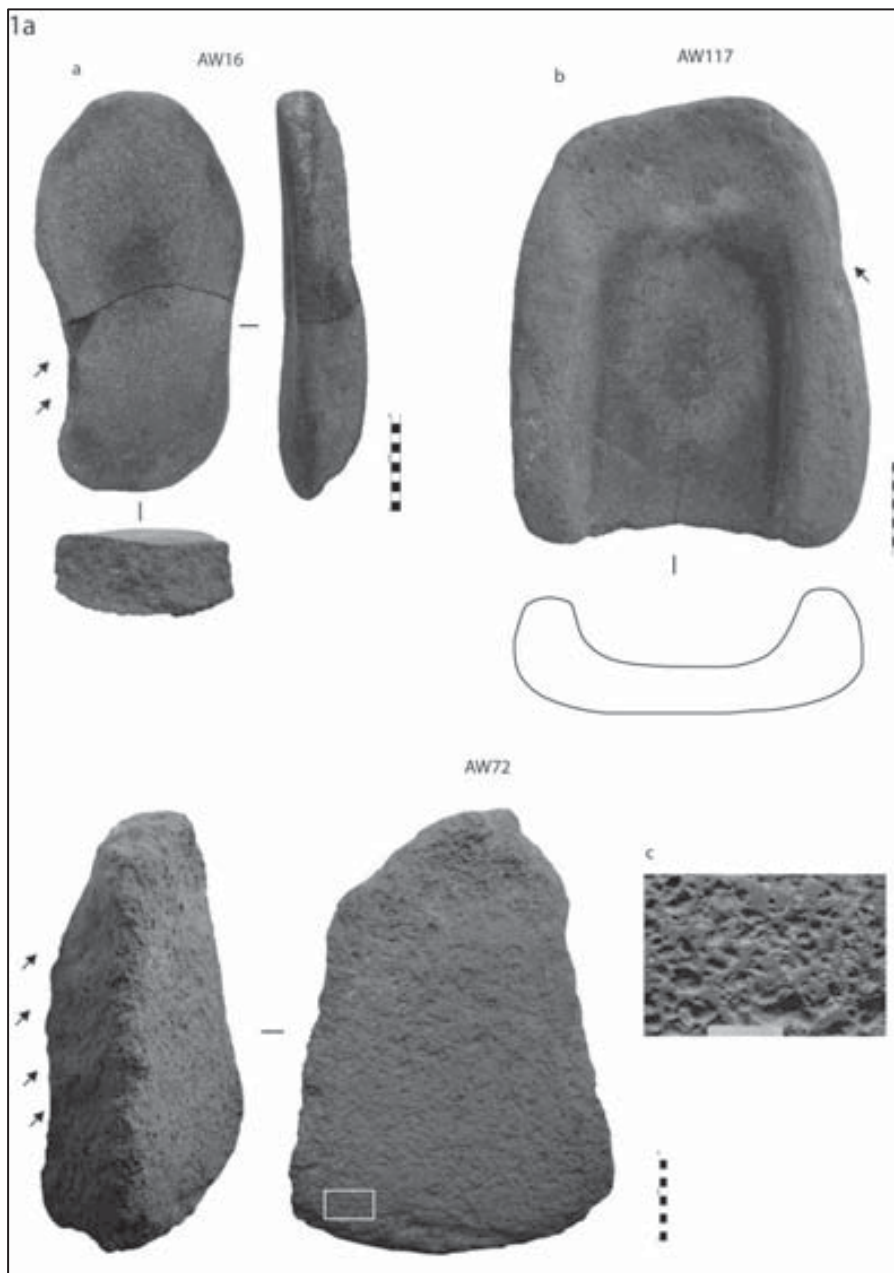


Fig. III.3.96. Molinos tipo 1a de tell Aswad. Topografía: c, homogeneización lisa. Las flechas negras indican negativos de talla.

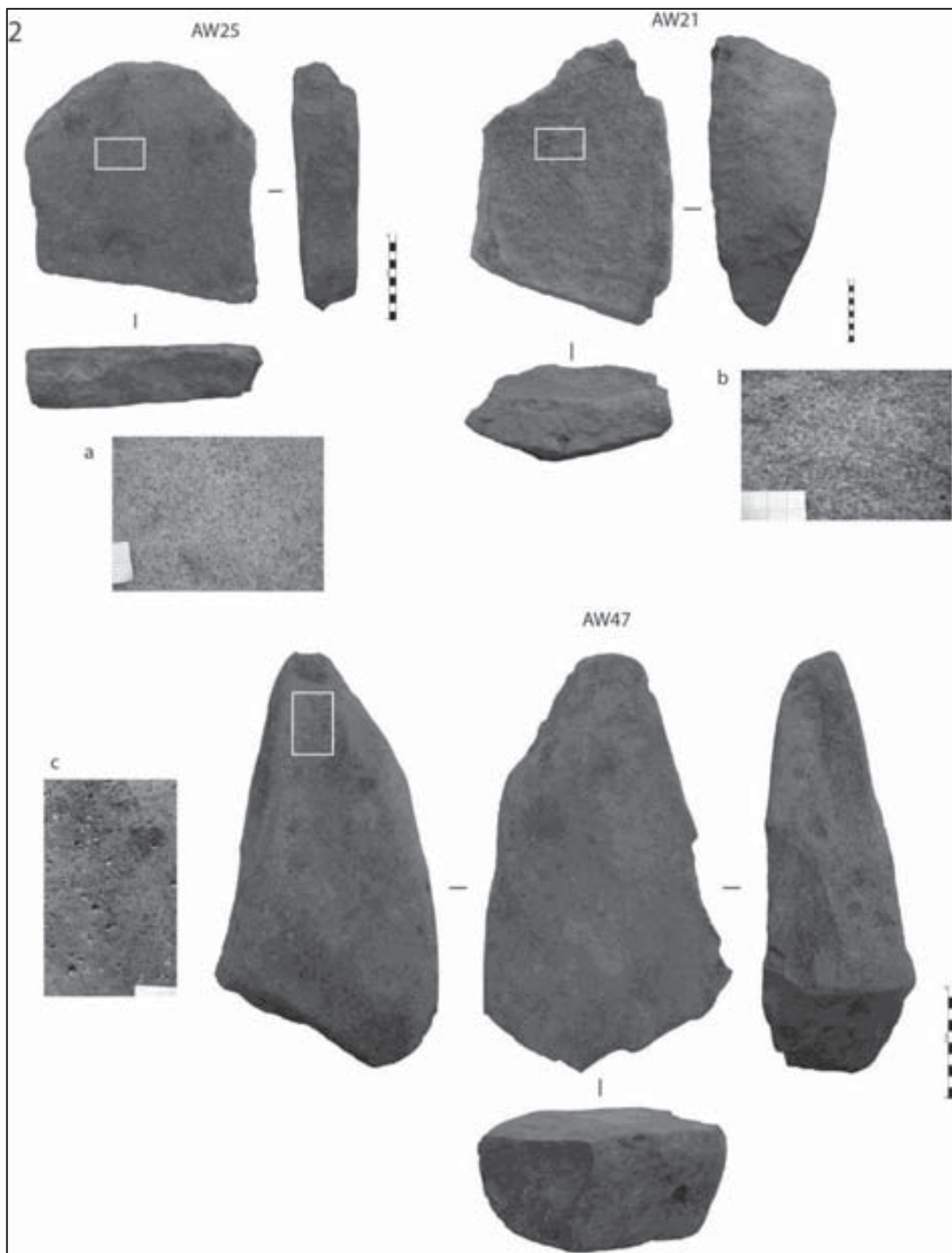


Fig. III.3.97. Molinos tipo 2 de tell Aswad. Topografía: a-b, homogeneización rugosa; c, pulido leve.

### 3. 2. Las moletas: Manufactura, morfometría y tipología

El análisis del proceso de manufactura en el caso de las moletas, útiles activos en el proceso de molienda, permite observar diferencias con respecto a la confección de los molinos. La evidencia más clara con respecto al proceso de manufactura es que todos los útiles tipo moleta presentan varias de sus partes anatómicas modificadas. Aunque puedan parecer leves o poco sistemáticas, tanto las caras reversas (zonas de presión del útil), como los contornos de las moletas, han recibido algún tipo de tratamiento técnico, sobre todo piqueteado seguido de abrasión (tabla Fig.III.3.98; ej. AW45, fig.3.3.58), aunque también secuencias de talla (AW26, fig. 3.3.56d). Todo esto se concreta en grados de modificación elevados tanto en el contorno de las moletas (Grado 2=73,2%; grado 3=1,8%), como en el reverso (Grado 2=68,7%; grado 3=8,9%). Con respecto a las caras activas, la mayoría han sido preparadas mediante piqueteado (55,4%), buscando la obtención de una superficie rugosa y de sección aplanada.

En relación con el tratamiento técnico de las distintas materias primas utilizadas en la manufactura de las moletas, son notables los grados de modificación de los ítems sobre rocas volcánicas de alta porosidad, el basalto vesicular y la pumita, con respecto a la modificación de los soportes sobre basalto compacto (fig.III.3.99); tendencia que ya se observaba en el caso de los molinos (ver *supra*).

Otra característica notable del conjunto de moletas de tell Aswad es la aparición de pulidos intensos en los reversos o zonas de presión del artefacto. A pesar de que es difícil de distinguir a nivel macroscópico entre trazas de fabricación y trazas producto del uso, 4 de estos útiles han recibido un notable tratamiento técnico de los reversos para mejorar su adaptabilidad a las manos de los usuarios. Se trata de secuencias de preparación que finalizarían con una abrasión intensa de la superficie, tal y como indican la presencia de rascadas cortas y paralelas en el reverso de uno de los ejemplares (AW71, fig.III.3.103b). Esta manufactura habría generado las perfectas condiciones físicas de alisado o “pulido” de las superficies para que apareciesen posteriormente pulidos de alta intensidad y brillo fruto del contacto con la piel humana durante el uso del artefacto (por ej., AW90, fig. III.3.3.56b). Otros ejemplares con zonas pulidas por este proceso en el reverso aparecieron de forma natural, sin preparación previa de la superficie, y, por tanto, presentan una distribución de pulido menos uniforme (ej. AW69, fig.3.3.56).

El registro de las variables métricas (fig.III.3. 100) permite observar una menor heterogeneidad que la observada entre los molinos de Aswad. El largo de las moletas registra valores entre los 88 y 185 mm, con una d. s. de 29,3 mm; mientras que la anchura es más variable con valores entre 60 y 137 mm (d.s.=16 mm). Por otra parte, el registro de las dimensiones aproximadas de las caras activas (cm<sup>2</sup>) presenta un alto grado de disparidad (min. 68,6 cm<sup>2</sup> y máx. 234 cm<sup>2</sup>; s.d. 46,3 cm<sup>2</sup>). Tales discontinuidades serán puestas en relación con otras variables en el análisis funcional de los artefactos.

TRAZAS MANUFACTURA MOLETAS ASWAD							
Grado	Secuencias técnicas	Trazas contorno		Trazas reverso		Trazas cara activa	
		N	%	N	%	N	%
0	<i>Sin modificar</i>	0		0		0	
1	<i>Talla</i>	1	1,8	0		0	
	<i>Piqueteado</i>	5	8,9	1	1,8	31	55,4
	<i>Abrasion</i>	0		1	1,8	0	
2	<i>Piquet+Abrasion</i>	40	71,4	38	67,9	0	
	<i>Talla+Piqueteado</i>	1	1,8	1	1,8	1	1,8
3	<i>Talla+Piquet+Abbras</i>	1	1,8	1	1,8	0	
	<i>Pulido</i>	0		4	7,1	0	
	<i>Imperceptible</i>	2	3,6	4	7,1	10	17,8
	<i>Indeterminado</i>	3	5,3	3	5,3	15	26,3
	<i>2° cara activa opuesta</i>	4	7,1	4	7,1		
	<i>Total</i>	57		57		57	

Fig. III.3.98. Tabla resumen con las trazas de manufactura observadas en las moletas de tell Aswad.

	MANUFACTURA / MATERIA PRIMA MOLETAS TELL ASWAD									
	Grado modificación CONTORNO					Grado modificación REVERSO				
	0	1	2	3	Imperct/Indet.	0	1	2	3	Imperct/Indet.
BAC		2	1		1		3			1
BAV		2	39	1	3			34	5	4
Pumita		1	3		3		2	2		3

Fig.III.3.99. Distribución absoluta de las moletas elaboradas en basalto compacto, basalto vesicular y en pumita en tell Aswad con los diferentes grados de modificación del contorno y del reverso (manufactura).

Cabe destacar que la mayoría de moletas presentan una única superficie activa en el anverso (n=45), mientras que dos o, posiblemente, 3 casos presentan superficies complementarias, siempre ubicadas en las caras adyacentes (en los extremos) y nunca en las caras opuestas (en el reverso)<sup>6</sup>. Un tercer grupo de moletas aparecen con hasta 3 superficies activas: anverso utilizado para la abrasión/molienda, junto a los dos extremos que han sido habilitados para percutir/machacar.

Las morfologías en planta (fig.III.3.101) mayoritarias se agrupan entre las rectangulares, con ángulos redondeados, y las ovales/lenticulares. Por otro lado, según las morfologías en sección transversal y longitudinal, se generon varios grupos diferenciados, entre los cuales predominan las morfologías CX-CX, RT-RT, y, en menor medida, las caras RT-CX.

<sup>6</sup> Existe un caso en el que se observan dos caras activas en anverso y reverso, pero no se trata de superficies de molienda, sino pequeñas depresiones piqueteadas (AW116, ver fig. 3.3.58e).



Medida/N	Moletas TELL ASWAD				n° Superf Act	n° Moletas
	$\bar{x}$	s.d.	min	max		
Long (mm) /21	140,8	29,3	88	185	1	45
Anch (mm) /33	95,4	16,6	60	137	2 (prob)	1
Gros (mm) /39	39,8	11,1	19	74	2 ady	2
Sup.act (cm <sup>2</sup> )/21	131,5	46,3	68,64	234	3 (2op+1ady)	2
					indet	6

Fig. III.3.100. Variables métricas de las moletas de tell Aswad: *Long* (longitud), *Anch* (ancho), *Gros* (grosor máx.), *Sup. act* (superficie activa). Número de caras activas y la relación entre sus localizaciones en las moletas: *op* (caras opuestas) y *ady* (caras adyacentes, es decir, cara anversa y extremo); dos ejemplares con caras activas adyacentes probables (*prob*=probable).

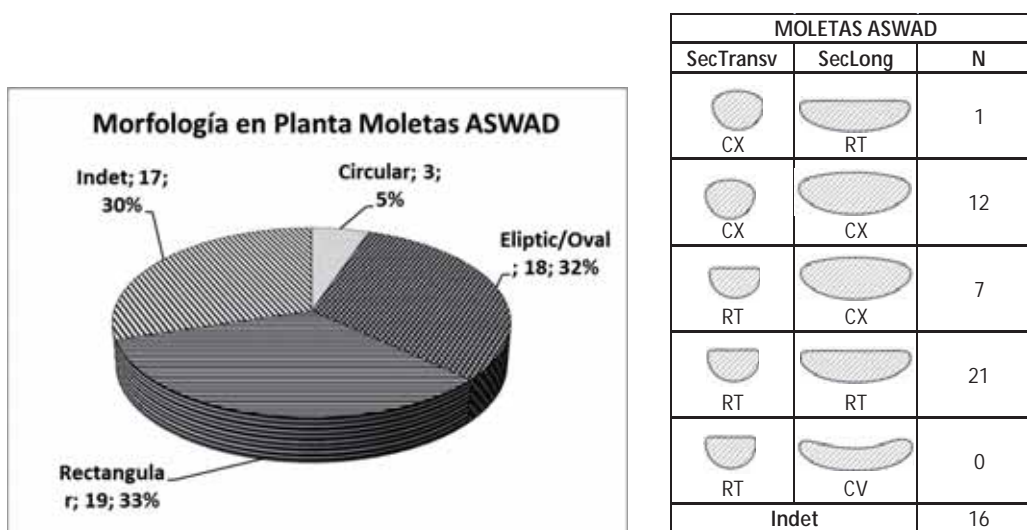


Fig. III.3.101. Variables morfológicas: Izquierda, morfología en planta de las moletas; derecha, morfología en sección de las caras activas de las moletas de tell Aswad.

	TIPOLOGÍA MOLETAS ASWAD							Total
	GRUPO 1				GRUPO 2		INDET	
	Tipo 1a	Tipo 1b	Tipo 1c	Tipo 1d	Tipo 2b	Tipo 2c		
N	13	2	1	2	5	10	24	57
%	22,8	3,5	1,8	3,5	8,8	17,5	42,1	

Fig.III.3.102. Distribución absoluta y porcentual de los tipos de moletas de tell Aswad.

Entre las moletas de sección transversal convexa, se observa un pequeño subgrupo en el que se documenta una morfología de tendencia triangular (AW7, en ver fig.3.3.56c), característica que podría haber sido creada para mejorar la presión de la moleta a manos del usuario durante el movimiento de vaivén.

Por último, el análisis de las superficies activas, la distribución de las trazas de uso y la determinación de los gestos técnicos que describen ha dado pie a la clasificación entre varios tipos de moletas (fig.III.3.102). El **grupo 1** de moletas, vinculado a nivel funcional con el trabajo en pareja (sobre un molino) principalmente de granos de cereal y leguminosas, cuenta con 18 ejemplares en el registro de tell Aswad. Con un número similar de artefactos (n=15), el **grupo 2**

de moletas (fig.III.3.105) se asocia con un amplio abanico de actividades de procesado de materias diversas y diferentes a las del grupo 1. Dentro del grupo 1, pueden distinguirse varios tipos según si funcionaron por gestos de vaivén (**tipo 1a** n=13) (fig.III.3.103), circular/libre (**tipo 1b** n=2), una combinación de ambas direcciones (**tipo 1c** n=1) o una combinación de percusión apoyada y percusión lanzada (**tipo 1d** n=2)(fig.III.3.104).

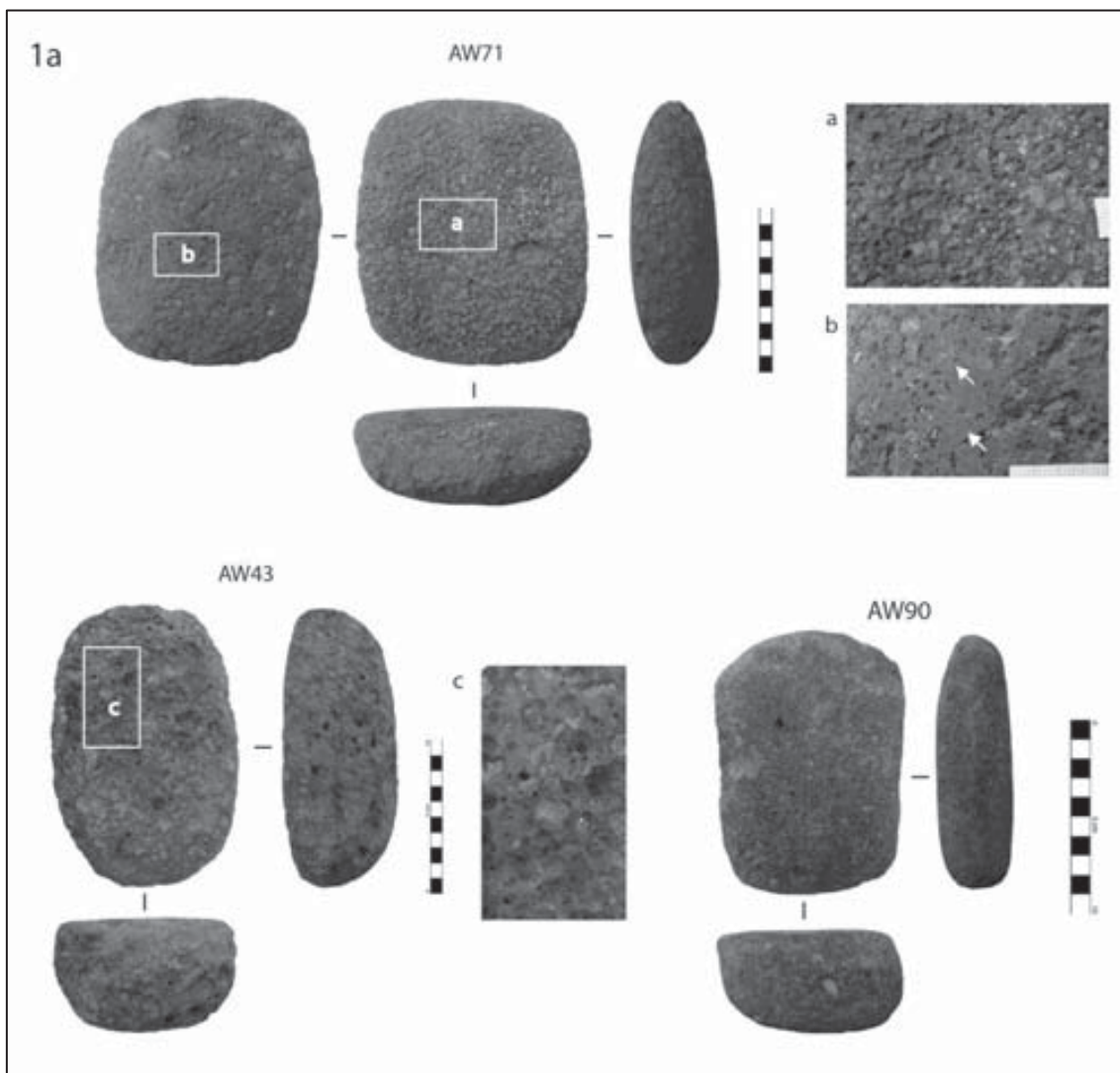


Fig. III.3.103. Moletas tipo 1a de tell Aswad. Topografías: a, homogeneización lisa; b, pulido a causa del contacto con la mano en el reverso (las flechas blancas indican la presencia de rascadas); c, fosillas de piqueteado.

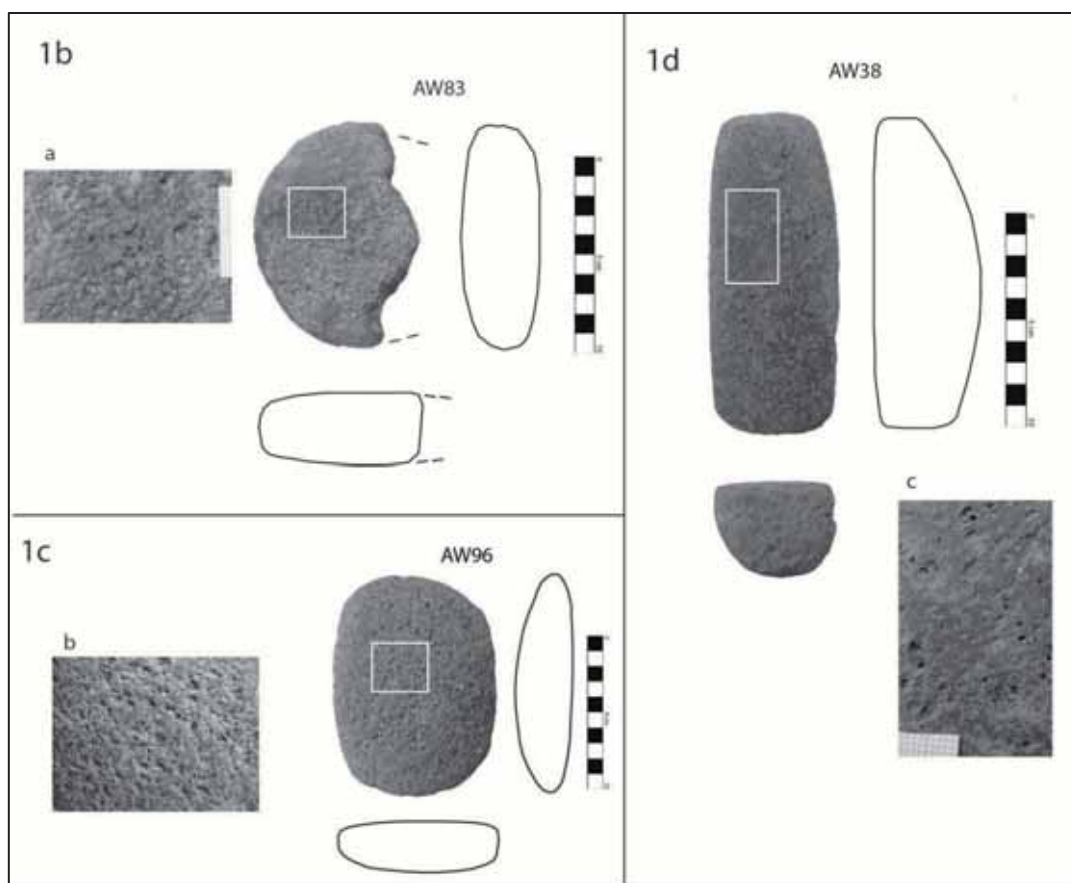


Fig. III.3.104. Moletas tipo 1b, 1c y 1d de tell Aswad. Topografía: a, homogeneización rugosa; b, homogeneización lisa; c, pulido intenso.

De esta forma, se han identificado varios casos de moletas que indican un uso múltiple de sus caras activas, ya sea contemporáneo o consecutivo en el tiempo:

- AW90 (fig.3.3.56). Moleta con varios patrones de trazas superpuestos: superficie de molienda del tipo 1a, seguida de la aparición de pulidos intensos (cambio de uso), secuencias de piqueteado (secuencia de reavivado de las superficies, quizá para volver a ser utilizada como tipo 1a), y, finalmente, también ha sido reutilizada como percutor (presencia de extracciones en un extremo).

- AW38 y AW114 (fig.3.3.57b, d-e). Se trata de dos ejemplares del tipo *pilón-moleta* en el que se podrían combinar la percusión lanzada y la percusión apoyada de manera contemporánea y alternativa, usando varias caras activas adyacentes (extremos y anverso). En ambos casos, la cara anversa del ítem presenta un patrón de trazas de uso 2b (ver descripción *infra*).

- AW116 (fig. 3.3.58e). Moleta en pumita de morfología en planta circular y secciones RT-RT, con una leve concavidad o depresión (1-2 mm) practicada en el centro de las dos caras activas opuestas. Se trata de un tipo de útil con paralelos en Zawi Chemi Shanidar (Solecki 1981:26) y demás yacimientos del norte de Irak (ver en Mazurowski 1997), donde han sido interpretadas en ocasiones como posibles soportes para la talla del sílex.

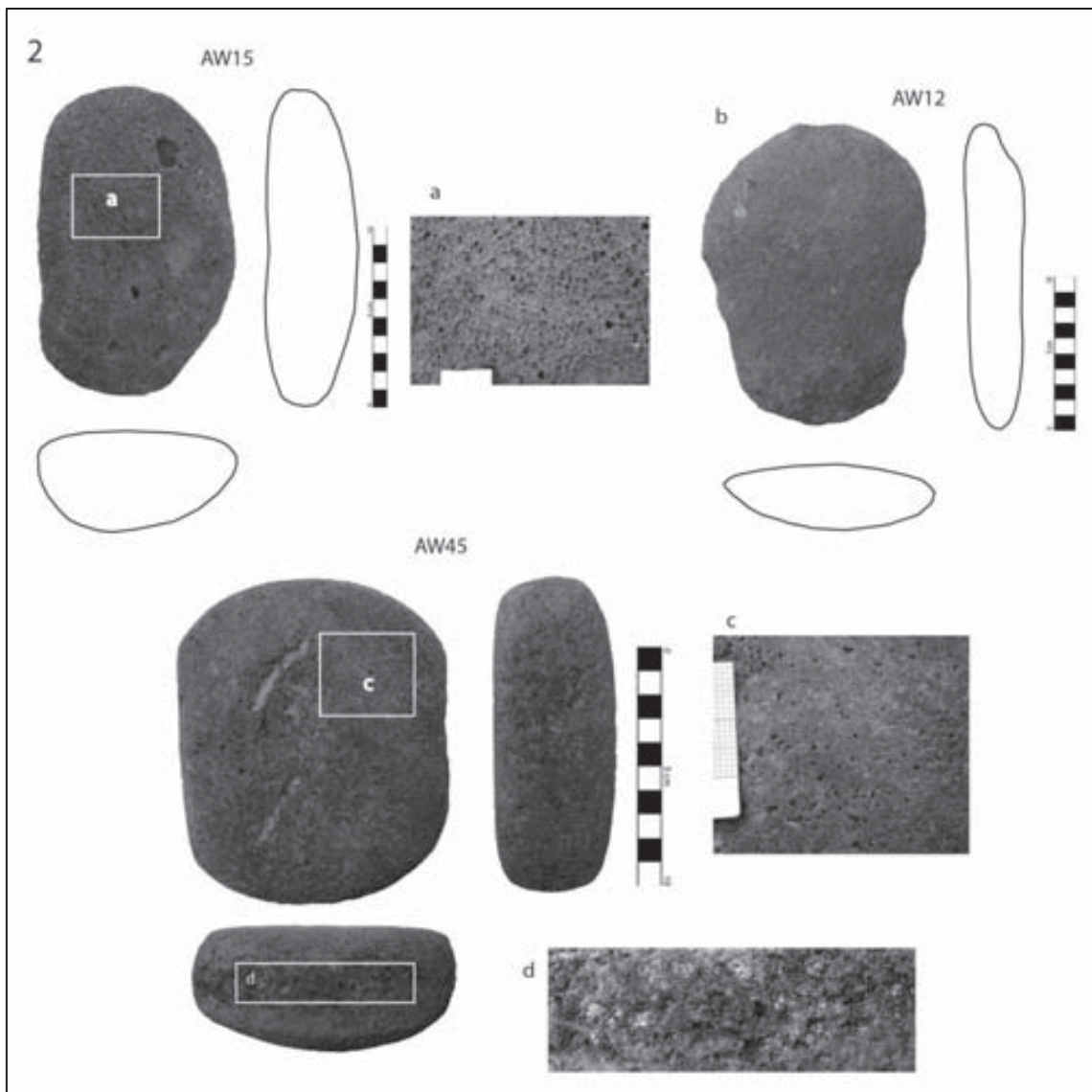


Fig. III.3.105. Moletas tipo 2 de tell Aswad. Topografía: a, superficie altamente porosa; c, pulido; d, fosillas de percusión. Nota: las gruesas rascadas sobre la cara activa de AW45 fueron producidas en el proceso de excavación.

### 3.3. Caracterización traceológica de las superficies de desgaste del equipo de molienda (niveles de observación 1 y 2)

*Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estados de las superficies)*

#### UTILLAJE DE MOLIENDA GRUPO 1

##### MOLINOS Y MOLETAS

*Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estados de las superficies)*

La distribución y la descripción de las superficies activas indican que los **molinos grupo 1** y las **moletas grupo 1** fueron utilizados en pareja. Los patrones de desgaste observados sugieren una asociación con los resultados del programa experimental (exp.2, Procesado *de vegetales*). Tales patrones se componen de:

- **Superficies piqueteadas**, configuradas durante el proceso de manufactura del útil para obtener superficies planas y abrasivas. Las trazas de piqueteado también pueden ser el resultado de posteriores episodios de reavivado de las superficies de trabajo.
- **Zonas de nivelado de la superficie (plataformas de homogeneización)**, las cuales, en determinados casos, desarrollan trazas longitudinales (estrías y rascadas) que muestran la dirección del movimiento de abrasión en asociación con otro útil de molienda (molino Vs. moleta).
- En los laterales y partes inferiores de los molinos de este grupo se llegan a desarrollar **áreas de pulido** indicando las zonas de máximo contacto piedra (útil inferior) contra piedra (útil superior). En las moletas, estas zonas de pulido aparecen en varias zonas de la cara activa según el grado de desgaste de la superficie, como en el lateral (AW72, fig.III.3.96c).

En el caso de las moletas, la observación de trazas lineales y de las zonas de alisado de la superficie activa ha permitido distinguir varios gestos técnicos a los que se asocian los distintos tipos de moletas descritos para el grupo 1:

**1a.** La mayoría se inscribe en el tipo 1a (vaivén), caracterizado por la presencia mayoritaria de una plataforma de homogeneización lisa, junto a áreas de piqueteado (manufactura y mantenimiento) y otras de pulido (uso) (ej. AW7, fig.3.3.56c). Destaca un ejemplar, AW43 (fig.III.3.103c, elaborado con BAV3 y con una superficie activa muy porosa y con pocas zonas alisadas intervesiculares.

**1b.** Dos ejemplares de este tipo (movimiento circular/libre). AW83 (fig.III.1.104a) se caracteriza por una plataforma de homogeneización rugosa con límites difusos, alternada con zonas de piqueteado. AW58 (fig.3.3.57a) presenta una plataforma de homogeneización con zonas alisadas en la parte alta de la topografía, mientras que, en la parte baja, se conservan las fosillas residuales de un piqueteado intenso (preparación de la cara activa).

**1c.** Un único ítem, AW96 (fig.III.3.3.57c), elaborado con basalto de grano grueso. Presenta una plataforma de homogeneización rugosa con fosillas de piqueteado y pequeñas áreas de homogeneización alisada. Se observan rascadas en sentido longitudinal, transversal y oblicuo, con respecto al eje mayor del artefacto, lo cual sugiere que fue utilizado mediante gestos de vaivén y circular/libre.

##### *Reutilizaciones o combinación de gestos técnicos*

En los molinos AW16 y AW117, además de la superficie de molienda principal, la cual describe un movimiento de vaivén, se observa la superposición de una segunda superficie activa generada a partir de un episodio de cambio de gesto técnico, que en segundo término fue por percusión lanzada (fig.3.3.53a-c, d-e).

En las moletas, extensas áreas de homogeneización con pulidos intensos cubren gran parte de la superficie activa, y no sólo las partes que recibirían un mayor desgaste debido al contacto con el útil inferior, lo cual constituye un proceso de desgaste habitual en la molienda de cereales. Ejemplos como AW26 (fig.3.3.56d) y AW114 (fig.3.3.57b) indican posibles episodios de reutilización de moletas 1a y 1d conservadas enteras, y que, en un momento puntual, pudieron ser utilizadas en otras actividades diferentes al procesado de grano de vegetales. Además, la moleta AW114, incluida en el tipo 1d, junto con el ejemplar AW38, presentan tres caras activas en las que se combina la percusión lanzada y la

percusión apoyada (“pilón-moleta”), las cuales constituyen modos de funcionamiento alternativos en un mismo útil, ya que las superficies activas no se superponen entre ellas y pueden utilizarse de forma contemporánea. Las superficies activas del anverso presentan restos de un piqueteado anterior al uso (manufactura-mantenimiento) y una plataforma de homogeneización que cubre toda la superficie, de modo que probablemente se vincule con actividades de molienda sobre un molino. En cambio, por encima de estas trazas, se ha desarrollado una amplia plataforma pulida de sección muy recta. AW114 presenta, además, rascadas paralelas con orientación transversal al eje mayor del artefacto, y conserva unos pocos restos de algún tipo de pigmento rojizo en el lateral (zona de presión) del artefacto. En el caso de AW38 (fig.3.3.57d), las trazas lineales son más finas (estrías), con la misma orientación y disposición; y, sobre todo.

#### *Nivel 2.- Descripción de las trazas (microtopografía)*

En general, molinos y moletas presentan plataformas de homogeneización de rugosidad media-baja, a excepción de las zonas de pulidos en las que la rugosidad es baja y los pulidos pueden llegar a presentar una reflectividad media-alta (moleta AW7, fig.3.3.59). En estas zonas de pulido, se observan trazas lineales y estrías con orientaciones oblicuas, que también se documentan en algunos útiles reutilizados, como el pilón-moleta AW114.

#### *Lectura funcional molinos y moletas grupo 1: Hipótesis a partir de los niveles 1 y 2 de observación*

Los tipos 1a de molinos y moletas se asocian con claridad a las superficies experimentales producidas por la molienda de granos de cereal (ver cap.3.2), con claras evidencias que indican **un trabajo en pareja** (aparición de plataformas de homogeneización, piqueteado y zonas de pulido por el contacto intenso entre útiles). Al igual que en el caso de los útiles de este tipo en tell Halula (cap.3.3.2), la alternancia entre plataformas de sección abombada y de sección convexa estarían sugiriendo varios estadios de desgaste durante el proceso de **molienda** de una materia dura como los **granos de cereal**.

Con respecto a los escasos ejemplares 1b y 1c de moletas, éstos no presentan diferencias destacables en relación con el tipo 1a, ya que AW83 y AW96 se caracterizan por presentar plataformas de homogeneización de textura rugosa y trazas de piqueteado, y AW58, por una plataforma de homogeneización lisa.

Las superficies activas de los molinos AW16 y AW117 podrían haberse utilizado en actividades de procesado de granos de cereal que combinándose la percusión apoyada y la percusión lanzada de poca intensidad, es decir, realizando impactos leves para no provocar la dispersión de la materia a trabajar. Este tipo de actividad podría corresponder a un **descascarillado de cereales vestidos**, tal y como se ha reproducido con molinos experimentales en el capítulo 3.2. Otro ítem que podría relacionarse con el descascarillado de cereales es la moleta AW43 (Fig. III.3.103c), con una alta densidad de vesículas en la cara activa (BV3), y sin apenas zonas de nivelado de la superficie. Además, el análisis de fitolitos de una muestra extraída de este ítem indica la presencia de restos de *T.diccocum*, concretamente fitolitos de la parte del envoltorio del grano, que indicarían un procesado con el grano entero, o al menos no descascarillado por completo (ver cap.3.4).

Finalmente, las dos **moletas 1d** (AW114, AW38) presentan evidencias de haber sido reutilizadas en actividades de abrasión y/o pulido en el último estadio de uso que presentan (no están agotadas). La asociación entre pulidos intensos y la presencia de posibles restos de sustancias colorantes podría sugerir algún tipo de trabajo que implicase el uso de pigmentos minerales (**procesado de pigmentos, trabajo de la piel**, etc.).

## ÚTILES GRUPO 2

### MOLINOS Y MOLETAS GRUPO 2

#### *Nivel 1.- Distribución de los patrones de desgaste (Estados de las superficies)*

Por otra parte, los **molinos grupo 2** presentan superficies con una distribución del pulido diferencial, mucho más heterogénea, con zonas de pulido que podrían indicar actividades de abrasión y pulido de diferentes materias y objetos. Tales actividades encajarían con un uso como útiles individuales (sin moleta asociada). Para llegar a determinar qué tipo de materias han sido procesadas con este grupo de molinos o losas de trabajo es necesario llevar a cabo un análisis a mayores aumentos (*niveles de observación 3 y 4, cap. 3.4*). Por el momento, se han podido distinguir dos grupos a nivel traceológico:

**Patrón G2b.** Relacionable con el mismo grupo traceológico descrito en el yacimiento de tell Halula (cap.3.3.2), este patrón se caracteriza por la ausencia de preparación de la cara activa y la aparición de plataformas de homogeneización muy extensas, de sección muy plana (arrasamiento intenso de las asperezas). Casi todos elaborados en BAC, excepto un ejemplar en BAV1, también destaca la presencia de zonas pulidas con ubicaciones variables sobre la topografía de la cara activa: en la parte superior (AW47), en el centro (AW11) o por toda la superficie (AW49). Presencia minoritaria de rascadas (sólo en AW52).

Uno de los ejemplares presenta restos de materia rojiza (AW65, fig.3.3.54a), que, sin un análisis previo, no se pueden determinar como restos de pigmentos. Este mismo útil presenta una zona circular de piqueteado intenso en el centro del anverso, que se superpone sobre una plataforma de homogeneización de pulido intenso.

**Patrón G2c.** Superficies que se caracterizan por una notable rugosidad y ausencia de plataformas de homogeneización extensas, ya sea por su estado natural (sin ninguna preparación de la cara activa, como AW25) o a causa de un piqueteado intenso que busca aumentar la agresividad de la superficie (AW21). No se observan zonas de pulidos ni trazas lineales.

En las **moletas grupo 2**, también se observan características que las definen como un grupo de útiles más heterogéneo. Se observan varios patrones de trazas de uso diferenciados:

**Patrón 2b.** Las distribuciones de pulido son extensas, cubrientes y mostrando varios grados de intensidad. Las zonas de pulido se alternan con trazas intensas de piqueteado (AW112) y rascadas (AW6, fig.3.3.58d). Presencia ocasional de residuos de materias colorantes (AW69, fig.3.3.58c).

**Patrón 2c.** Superficies de alta rugosidad y presencia residual de fosillas de piqueteado en algunos casos (AW12).

En esta tipología de moletas, se han incluido un conjunto de moletas (AW28, AW29, AW30 y AW31) asociadas a la sepultura str.223 (Fig.3.3.61), las cuales, junto a otros ejemplares, podrían tratarse de lo que de Contenson (2000) denomina como "*pallettes de basalte lacunaire o pierre ponce*" (pumita), de funcionalidad por el momento indeterminada. Se trata de objetos que presentan caras planas extremadamente porosas debido a la materia prima, la pumita, y que constituyen ítems muy ligeros y sin apenas plataformas de homogeneización sobre las superficies del anverso y reverso que podrían actuar como caras activas. Este conjunto aparecido en la sepultura forma parte de un grupo de 7 moletas en total, elaboradas en pumita, con superficies activas de naturaleza altamente porosa y un nivelado de la superficie, pero sin la creación de plataformas de homogeneización intervesicular.

#### *Nivel 2.- Descripción de las trazas (microtopografía)*

**Patrón 2b.** Microtopografía muy arrasada, rugosidad muy baja, de perfil recto, y pulidos de alta reflectividad (AW45).

**Patrón 2c.** Microtopografía de alta rugosidad, sin presencia de pulidos ni trazas lineales.

#### ***Lectura funcional molinos y moletas grupo 2: Hipótesis a partir de los niveles 1 y 2 de observación***

El análisis de los grupos de molinos y moletas del grupo 2 ha dado lugar a conclusiones similares a las

descritas en el caso de tell Halula sobre la interpretación funcional de las mismas categorías y tipos de útiles de molienda (cap. 3.3.2.).

Los **molinos con el patrón 2b** se vinculan con el procesado de **substancias** o bien **abrasivas (minerales, como pigmentos y rocas)**, o bien de composición grasienta u oleaginosa (**carne, frutos**, etc.). En nuestras experimentaciones (cap.3.2), también se han registrado pulidos semejantes en la abrasión de conchas y hueso, aunque mucho más leves y sólo observables en el Nivel 2 (lupa binocular).

Los **molinos con patrón 2c**, en cambio, parecen relacionarse con el procesado de **materias duras minerales**, sin poder aportar más información en este nivel de análisis.

En el caso de las **moletas 2b**, en base a los datos experimentales, podría tratarse de útiles activos implicados en actividades de **alisado de materias blandas lubricantes** (grasientas, etc.) sobre un soporte duro (por ejemplo, el **trabajo de la piel animal** realizado sobre el suelo), o también puede considerarse la **abrasión y/o pulido de materias minerales de grano fino**, lo cual podría explicar la presencia de las extensas plataformas pulidas generadas en estas moletas. En cambio, las moletas con superficies del **tipo 2c** se asocian con el **procesado de materias abrasivas minerales**, por ej. un estadio inicial del trabajo de alisado de superficies minerales.

En cualquier caso, a nivel tipológico, se considera un grupo de útiles mayoritariamente utilizados de forma independiente, sin la asociación a otros útiles de molienda, y vinculado al trabajo de materias variadas (posiblemente se trate de **útiles multifuncionales**).

### *3.4. Síntesis del análisis del instrumental de molienda de tell Aswad*

#### *- Manufactura y mantenimiento*

A modo de síntesis, en las tablas 3.3.52 y 3.3.55 se presenta una descripción de cada uno de los tipos de molinos y moletas identificados en el conjunto artefactual de tell Aswad. En primer lugar, se observa que los molinos vinculados al procesado de cereales son realmente escasos en el conjunto artefactual de tell Aswad (Grupo 1 n=4), lo cual contrasta con el número de moletas de este mismo grupo (Grupo 1 n=18). Veamos cómo se caracterizan a nivel técnico estos tipos de útiles de molienda.

Los molinos 1a se elaboran preferentemente en basalto vesicular (n=3), a pesar de que el molino de mayor tamaño (AW117) fue elaborado a partir de un gran bloque de basalto compacto. Estos molinos reciben un tratamiento tecnológico que no se lleva a cabo en el caso de los molinos del tipo 2. Se trata de secuencias variables de talla, piqueteado y abrasión que buscan modificar las morfologías y las superficies de las distintas partes de los molinos, especialmente hacia caras activas planas o cóncavas (AW117), contornos ovales o rectangulares, y, con menor frecuencia, se configura el reverso. En la mayoría de casos, el propio bloque natural ya presenta un perfil recto en la zona utilizada como reverso del molino, lo cual parece constituir una característica técnica buscada por el fabricante, y que permite al molino ser utilizado simplemente sobre un soporte plano.

Entre los molinos del grupo 1, destaca claramente por sus características especiales el ítem AW117 (fig.III.3.98b). La cara activa, ya fuese durante la manufactura inicial o durante los episodios de mantenimiento, ha recibido un tratamiento técnico intencional de manufactura, consistente en adaptar a nivel morfométrico la superficie activa, creando una concavidad con paredes laterales que determinan la dirección del movimiento recíproco de la moleta (vaivén). Además, todas las partes anatómicas del artefacto (laterales y extremos de perfil recto y ángulos redondeados; la base plana) también han sido objeto de una gran inversión de trabajo



en su manufactura (talla, piqueteado, abrasión). A nivel tipológico, se relaciona con el modelo definido por Adams (2002:110) como “ $\frac{3}{4}$  trough metate”, el cual presenta bordes en los laterales y en uno de los extremos de la cara activa; mientras que el extremo abierto restante funciona como zona de evacuación del producto procesado. Incluso se puede observar el remanente de una concavidad anterior más estrecha en las paredes laterales del artefacto, tal y como describe Adams sobre los ejemplares indígenas americanos. Cabe destacar la presencia en AW117 de un dispositivo inédito en los referentes que conocemos del Próximo Oriente, que consiste en una pequeña concavidad situada en el extremo del útil, y que probablemente sirvió como depósito temporal de grano, harina, etc. En esta pequeña depresión, se detectan fosillas de piqueteado y una homogeneización de la superficie de textura rugosa (fig.3.3.53b), probablemente debidas al contacto de granos de cereal.

Los molinos del tipo 2 se elaboran mayoritariamente a partir de bloques irregulares (algunos de tendencia triangular) de basalto compacto (n=10), y, ocasionalmente, en basalto vesicular (BA V1, con poca densidad y tamaño de vesículas) y gabro/dolerita. En términos generales, estos útiles no han sido modificados mediante un proceso de manufactura más allá de algún leve episodio de talla en el contorno (n=3), y de un piqueteado para preparar la cara activa (n=3). Los bloques de basalto del tipo 2 también presentan de forma natural un reverso de perfil recto.

Por otro lado, las moletas sí reciben una atención especial en el proceso de manufactura, sobre todo las del grupo 1 (grados 2 y 3 de modificación), pero también las del grupo 2 (grados 1 y 2 de modificación). El anverso (cara activa), el reverso (zona de presión) y el contorno de las moletas son siempre modificados para mejorar la operatividad del artefacto.

Las diferencias también se observan en el plano métrico de los artefactos de molienda, dado que los 4 ejemplares del tipo 1a de molinos se encuentran entre los grupos de tamaño medio y grande del conjunto global de molinos (Fig.III.3.103), además de contar con los dos ejemplares que lideran el conjunto, superando los 400 mm de largo (AW117 y AW72). En el caso de las moletas, se puede observar una distribución similar, si bien encontramos ítems de varios tamaños en los dos grupos tipológicos.

Los episodios de mantenimiento de las superficies activas mediante reavivado por piqueteado parecen estar vinculados principalmente con los molinos y moletas utilizados en el procesamiento de cereales (tipo 1a), y, con menor frecuencia, con los relacionados con otros tipos de procesados (tipo 2).

En conclusión, con respecto a la manufactura y al mantenimiento de los útiles, es notable la mayor inversión de trabajo dedicada al tratamiento de los útiles vinculados al procesamiento de cereales, en comparación con los destinados a otro tipo de actividades de producción (pigmentos, objetos en piedra, concha, etc., ver *infra Funcionalidad*).

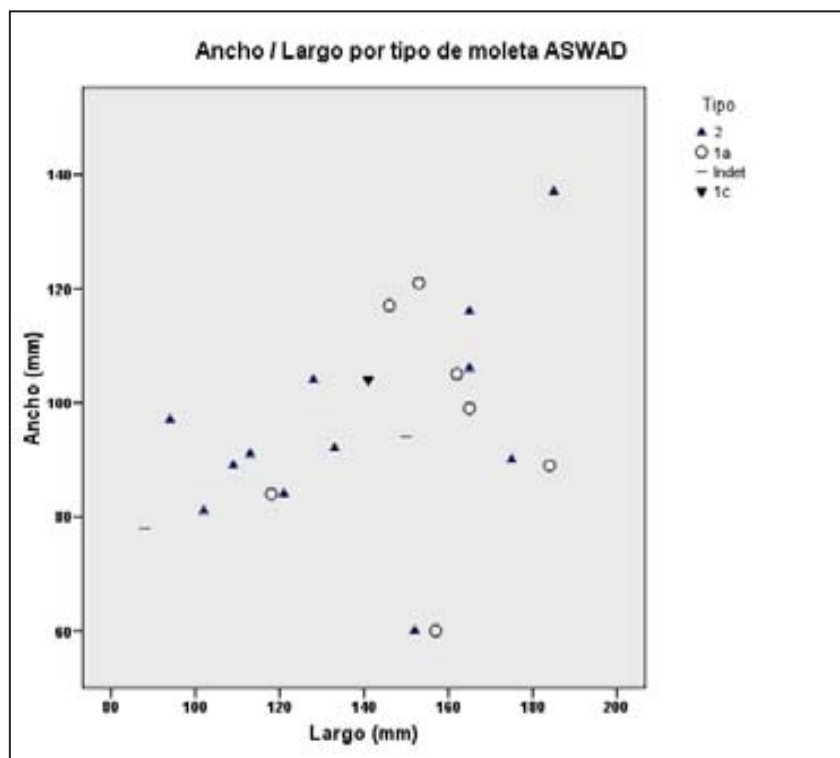
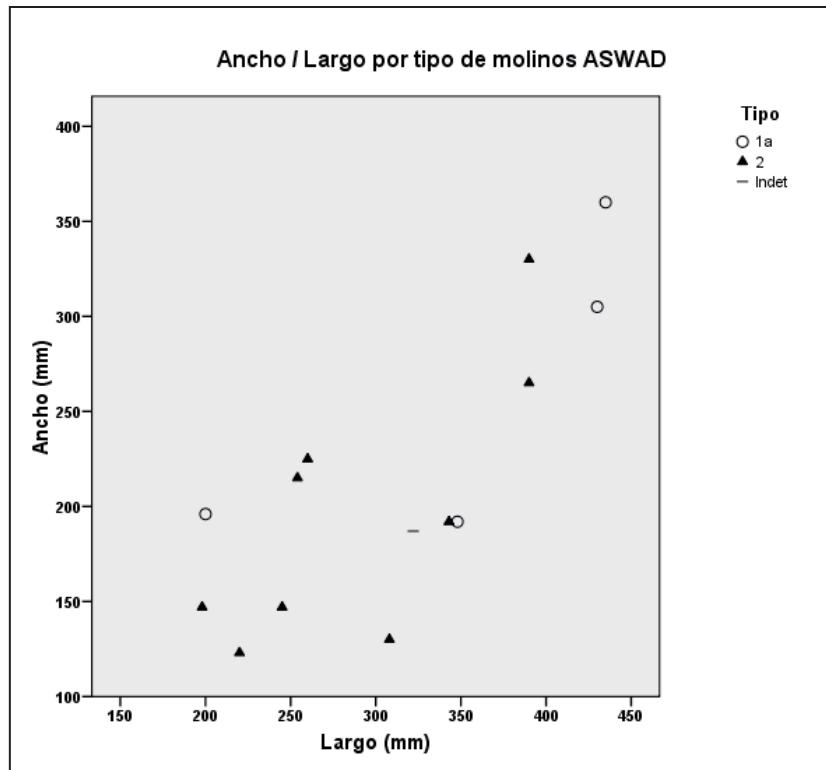


Fig. III.3.106. Relación Ancho-Largo (mm) por tipo de molino (arriba) y de moleta (abajo) en el conjunto de tell Aswad. Únicamente se han contabilizado los ítems enteros o casi enteros.

- *Tipología, modos de aparejamiento y funcionalidad*

A nivel tipológico, cabe destacar, en primer lugar, la poca variedad tecno-funcional del conjunto artefactual de tell Aswad en relación con el material de molienda, ya que no se han documentado molinos del tipo 1b o 1c, y, además, el tipo 1a, el cual es mayoritario en el resto de yacimientos neolíticos estudiados en este trabajo, presenta muy pocos ejemplares en el caso de Aswad (Fig.III.3.108). Por lo que respecta al equipo de molienda para cereales, se han documentado molinos del grupo 1 en la fase B medio (n=1), fase B reciente (n=1) y fase A (n=1), y moletas del grupo 1 en las fases B medio (n=9), fase B reciente (n=1) y fase A (n=7). Los protagonistas a nivel numérico, en el caso de los molinos, son los del tipo 2, relacionados con el procesado de otras materias distintas a los granos de cereales y leguminosas.

El equipo de molienda del **grupo 1** de tell Aswad muestra superficies activas propias de la molienda de cereales, si bien también se observa la alternancia ocasional de otros patrones de trazas de uso. En el caso de los molinos AW117 y AW16, éstos parecen haber sido utilizados mediante percusión lanzada para machacar o triturar sustancias, probablemente de origen vegetal y de función culinaria. En el caso de las moletas, los dos ejemplares del tipo 1d (pilón-moleta) fueron reutilizados puntualmente para otras funciones que, por el momento, no parecen estar ligadas con la preparación de alimentos.

A pesar del reducido número de molinos del grupo 1 recuperados en las campañas de 2002-2006 de tell Aswad, la relación morfo-métrica entre molinos y moletas del grupo 1 permite proponer hipótesis preliminar sobre los modos de aparejamiento posibles en función de la muestra disponible (Fig.III.3.107).

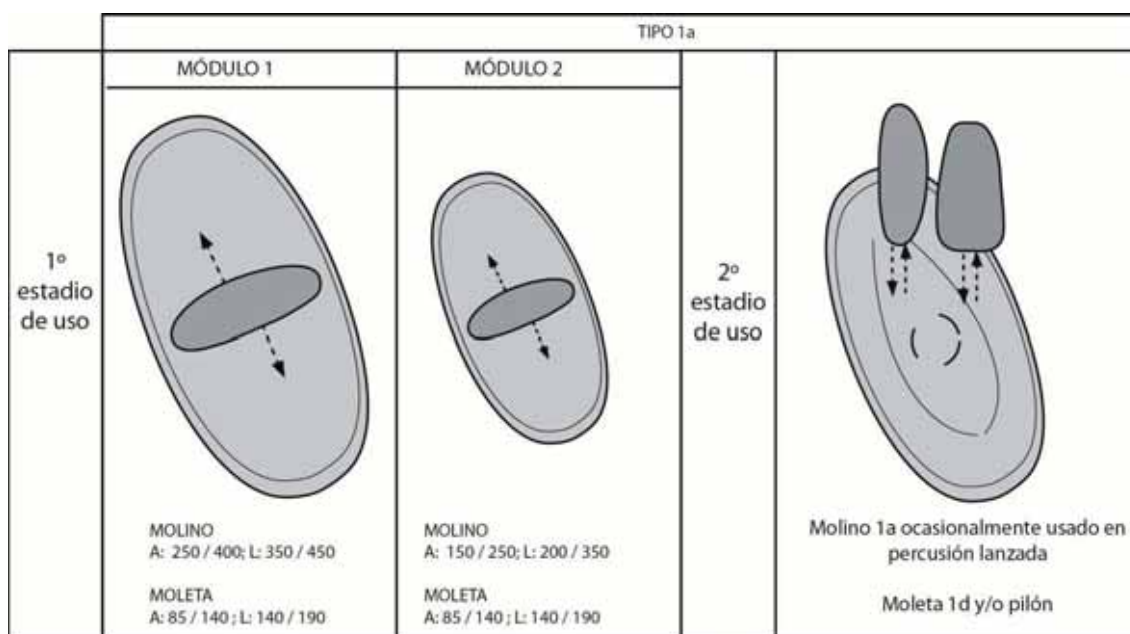


Fig. III.3.107. Propuesta de módulos de aparejamiento entre molinos y moletas de tell Aswad a partir de la métrica.

## Módulo 1

- Molinos 1a **A: 250/400 mm y L: 350-450 mm**, sección transversal **cóncava** (n=2) y **recta** (n=1).
- Moletas 1a / 1c **A: 85/140 mm y L: 140-190 mm**, sección longitudinal **convexa** (n=4) y **recta** (n=1).

## Módulo 2

- Molinos 1a **A: 150/250 mm y L: 200-350 mm**, sección transversal **cóncava** (n=2).
- Moletas 1a **A: 85/140 mm y L: 140-190 mm**, sección longitudinal **recta** (n=9).

La correspondencia morfométrica entre útiles superiores (moletas) y útiles inferiores (molinos) sugiere la distinción entre dos módulos (fig. III.3.107). En cambio, se observa una incompatibilidad en la morfología de las caras activas de las moletas 1a con respecto a la de los molinos del módulo 2. Según el análisis de este grupo, se han recuperado dos molinos que presentan caras activas cóncavas; mientras que un total de 9 moletas son rectas en sección longitudinal. Esta discordancia morfológica puede explicarse en parte por el proceso de desgaste de las caras activas de las moletas, las cuales pasan de un estadio inicial de sección recta (cuando a su vez los molinos también son de cara recta o de leve concavidad), a un estadio de desgaste avanzado cada vez de sección más convexa. Aún teniendo en cuenta el proceso habitual de desgaste, los ejemplares que forman el módulo 2 de útiles de molienda no podrían ser usados como pareja de una forma eficaz. Por último, también mencionar la presencia de un ejemplar de moleta del tipo 1b (movimiento circular), que no se corresponde con ninguno de los molinos de vaivén documentados.

PERIODO		Útil	TIPOLOGÍA DEL INSTRUMENTAL DE MOLIENDA POR FASES ASWAD					
			GRUPO 1				GRUPO 2	
			Tipo 1a	Tipo 1b	Tipo 1c	Tipo 1d	Patrón G2b	Patrón G2c
PPNB	Fase antigua (B12-B9)	Molinos						
		Moletas						
	Fase media (B8-B1)	Molinos	1				1	4
		Moletas	7	1	1	1	3	2
	Fase reciente (B0-B-5)	Molinos	1				1	
		Moletas	1					4
Neolítico Cerámico	Fase A	Molinos	1				5	
		Moletas	6	1			1	4
Indet		Molinos	2					1
		Moletas	1			1	1	

Fig.III.3.108. Distribución absoluta de los tipos de molinos y moletas documentados en tell Aswad a lo largo de las fases de ocupación del yacimiento.

El análisis traceológico inicial (niveles de observación 1 y 2) ha permitido distinguir dos patrones de trazas de uso distintas en el tipo 2 de molinos. El patrón 2b se relaciona con el procesamiento de materias grasientas u oleaginosas, o con el pulido de materias minerales que

generan los pulidos intensos que se documentan en este grupo<sup>7</sup>. Útiles de este tipo se han registrado en las fases B medio (n=1) y B reciente (n=1), pero sobre todo en la fase A (n=5), correspondiente al neolítico cerámico. En cambio, el patrón 2c sugiere el procesamiento de materias abrasivas, como la trituración de minerales. Este patrón de trazas se observa, sobre todo, en ejemplares de la fase B medio (n=4), y no se documenta más ni en la fase B reciente ni en la fase A. En general, se intuye que los molinos del grupo 2 serían auténticos útiles multifunción, con los cuales se pudo desarrollar un amplio abanico de actividades de abrasión, pulido, etc. De este modo, en algunos de los molinos del grupo 2, se han observado macrotrazas de uso que indicarían una utilización del lateral del artefacto a modo de yunque (*anvil*) o a modo de mesa de trabajo para diversas actividades. Por tanto, el tipo 2 de molinos puede ser interpretado como losas de trabajo utilizadas en actividades diversas de abrasión, percusión y pulido de materias variadas como los pigmentos, rocas, conchas, hueso, madera, etc., así como soporte para realizar actividades como la talla lítica.

Con respecto a las moletas del grupo 2, en el caso de tell Aswad cabe destacar una peculiaridad con respecto a tell Halula, y es la conservación de los ítems de este tipo. En tell Halula (ver cap.3.3.2), las moletas del grupo 2 constituyen antiguas moletas del grupo 1 reaprovechadas para otras funciones, normalmente después de una fractura. En cambio, en tell Aswad, las moletas del grupo 2 presentan una conservación entera del 78,5% (11 enteras), por lo que, en el caso de que fueran también moletas del tipo 1a reutilizadas, en este caso fueron reutilizadas para otras actividades diferentes al procesamiento de granos vegetales sin haber sufrido ninguna fractura. Este cambio de función de útiles que podrían haber seguido funcionando a modo de moletas para procesar cereales puede deberse al alto grado de disponibilidad de materia prima (basalto) del que gozaban los habitantes de tell Aswad, ya que el entorno local les permitía acceder con facilidad a las fuentes para la manufactura de nuevos útiles.

Las moletas del grupo 2, con patrones de trazas de uso similares a los molinos del mismo grupo, han sido recuperadas en las fases precerámicas B medio (2b n=3; 2c n=2) y B reciente (2b=4), y también en la fase A cerámica (2b n=1; 2c n=4). Por tanto, se trata de útiles habituales a lo largo de la secuencia de ocupación de tell Aswad, a excepción de los niveles más antiguos (B12-B9).

En relación con el análisis tipológico, se han registrado residuos sobre los útiles, como pueden ser restos de pigmentos minerales en 5 útiles de tell Aswad: dos molinos, dos pilones y una moleta. Los residuos de materia colorante se encuentran tanto en las superficies activas, como en las zonas de presión de los artefactos. Otro grupo de útiles, este caso moletas, han sido recuperados con restos de arcilla; por lo que podrían haber sido utilizados en el enlucido de superficies de estructuras, muros, etc.

---

<sup>7</sup> El análisis a mayores aumentos podrá definir con más exactitud el tipo de materias procesadas (ver cap. 3.4).

El análisis cronológico del conjunto artefactual de molienda de tell Aswad señala la ausencia de útiles en la fase más antigua del poblado (Fig.III.3.108), y la presencia más notoria de útiles tanto en la fase intermedia del periodo precerámico (niveles B8-B1), como en la fase cerámica (A). Por lo que respecta al tamaño de los útiles de molienda del grupo 1, vinculado mayoritariamente con el procesado de cereales, no ha sido posible distinguir ninguna evolución concreta debido al limitado número de artefactos (fig.III.3.109). Aún así, es remarcable la presencia del molino de grandes dimensiones y alta calidad técnica (AW117) en la fase más reciente del periodo PNNB, así como también la recuperación de tres de las moletas más grandes del conjunto ya en la fase cerámica de tell Aswad (Neolítico Antiguo de Byblos). Se trata de las fases del poblado en las que se dio lugar la consolidación de las formas domésticas de cereales, por lo que este proceso pudo estar determinando a su vez el utillaje macrolítico para procesar las cosechas del poblado.

TAMAÑO ÚTILES MOLIENDA ASWAD				
GRUPO 1				
PERIODO	Molinos		Moletas	
	Long. 225-350 mm	Long >350 mm	Long 100-150 mm	Long 150-200 mm
<i>PPNB Antiguo</i>				
<i>PPNB Medio</i>	1		2	2
<i>PPNB Reciente</i>		1		
<i>Neo Ceram</i>			1	3
<i>Indet</i>		1		1

Fig.III.3.109. Tamaño de los molinos y moletas del grupo 1 a partir de la longitud máxima registrada en los distintos periodos de ocupación de tell Aswad. Sólo se han contabilizado los ítems enteros o enteros fracturados.

#### **4. Análisis de la manufactura, uso y mantenimiento del utillaje de trituración en tell Aswad**

##### **4.1. Los morteros: Manufactura, tipología y análisis funcional**

Tal y como sucede en otros yacimientos del periodo neolítico, el instrumental de trituración aparece, en tell Aswad, en un número muy inferior al del utillaje de molienda (66% utillaje de molienda, 21% instrumental de trituración). De los útiles definidos como morteros (fig.III.3.110), con una concavidad que actúa como cara activa reproductora de la percusión lanzada con un útil activo (pilón), se han registrado un total de 4 fragmentos (uno de ellos de dudosa atribución). La escasa presencia de morteros en tell Aswad se confirma también con el primer inventario de los materiales exhumados por de Contenson (1995), quien tan sólo recuperó dos fragmentos más en basalto (Fig.3.3.51).

La materia primera utilizada es el basalto compacto en dos casos (AW4, AW80), un ejemplar de gabro/dolerita (AW59), mientras que el fragmento AW105, fabricado sobre pumita, ha sido

incluido en el conjunto de morteros, aunque es todavía difícil asegurar su identificación como útil inferior para la percusión lanzada.

<u>NºInvent</u>	<u>Conserv.</u>	<u>Materia Prima</u>	<u>prof CV (mm)</u>	<u>Diámetro (mm)</u>
AW4	Frag	BAC	62	c. 100?
AW59	Frag	Gabro/dolerita	25	-
AW80	Frag	BAC	8	97
AW105	Frag	Pumita	9	-

Fig.III.3.110. Tabla resumen sobre los fragmentos de morteros hallados en tell Aswad.

El fragmento **AW4** (III.3.111) conserva una parte de la cara activa que describe en sección una notable concavidad (62 mm). También conserva una parte del contorno redondeado (probablemente manufacturado), y con la superficie regularizada. La superficie activa presenta trazas de piqueteado y homogeneización lisa.

**AW80** preserva gran parte de la cara activa de morfología circular. La superficie activa presenta fosillas de piqueteado muy intensas, por lo que interpretamos que la poca profundidad de la cara activa fue manufacturada mediante secuencias de piqueteado intenso. Se trata de un útil atípico debido a sus reducidas dimensiones. AW80 presenta un diámetro total de 97mm, mientras que la cara activa alcanza los 72 mm (52cm<sup>2</sup>) de diámetro y tan sólo 8 mm de profundidad. Por lo tanto, las actividades que este útil podría realizar deben de relacionarse con cantidades pequeñas de materia a trabajar.

**AW59** conserva la parte central de la superficie activa, donde se observan trazas de piqueteado y un nivelado de la topografía con aspecto rugoso. No es posible saber qué secuencias de manufactura fueron realizadas para formatear el contorno del útil; sin embargo, presenta una base plana, y la concavidad de la cara activa tuvo que ser creada en el proceso de fabricación del útil.

Por último, **AW105** corresponde a un fragmento medial del interior de una concavidad cuya fuerte porosidad y la poca resistencia de la materia prima (pumita, vesículas entre 6-13mm) resulta difícil de interpretar como un útil inferior de percusión lanzada.

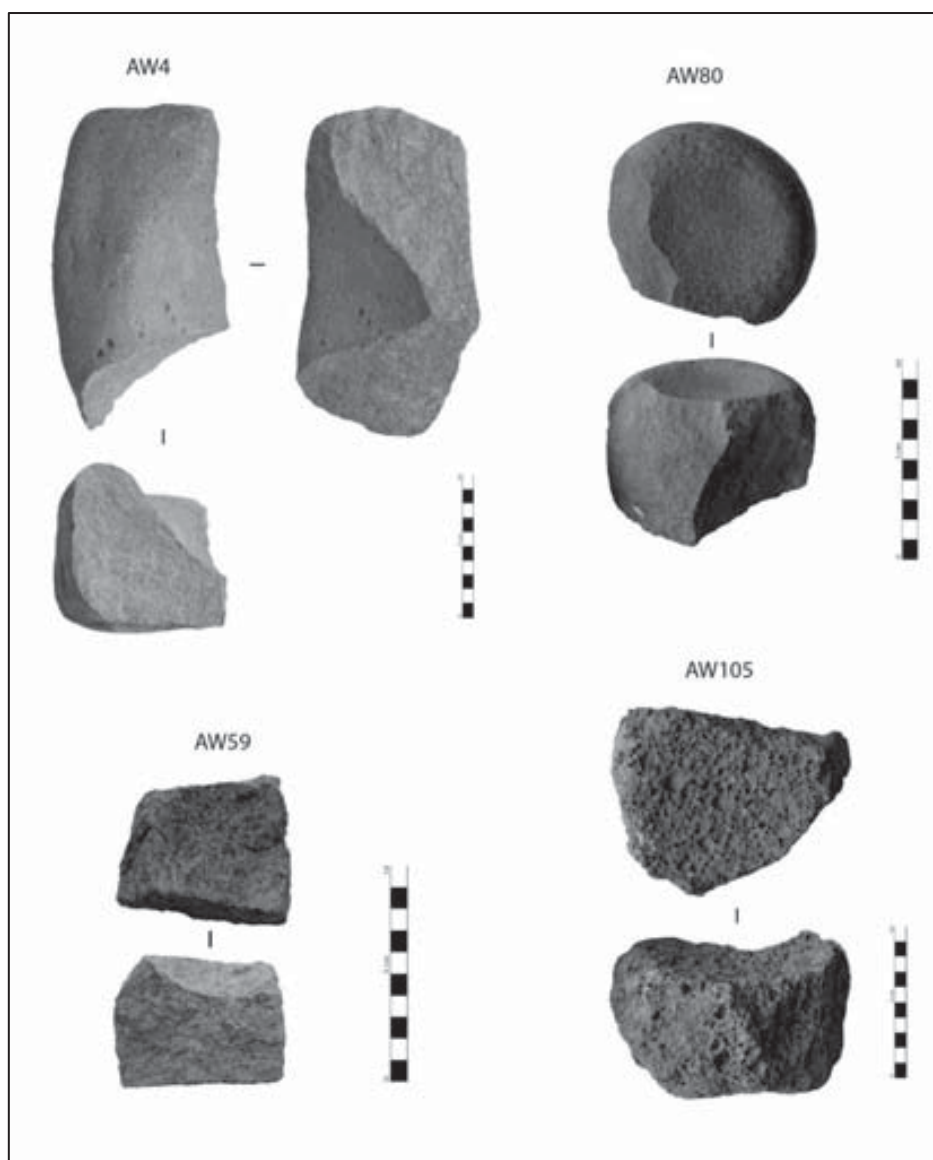


Fig. III.3.111. Fragmentos de mortero hallados en tell Aswad.

A nivel tipológico y funcional, debido a la escasez de artefactos y a la fracturación del conjunto de morteros recuperados en tell Aswad, se han podido obtener pocos datos sobre las actividades de trituración realizadas en el poblado. Por los fragmentos que se han podido examinar, se trata de morteros de pequeñas dimensiones, que no podrían procesar grandes cantidades de materia en sus caras activas. Quedarían, por tanto, descartadas actividades tales como el descascarillado de cereales vestidos, entre otras que requieran grandes receptáculos para llevar a cabo la percusión lanzada. Además, las trazas observadas indican actividades de mezclado y pulverización de sustancias (superficies alisadas, producidas por percusión apoyada, movimientos circulares, etc.). Finalmente, en este sentido destaca el ejemplar AW105, que, por la materia prima sobre la cual está elaborado, pumita altamente porosa, resulta aún más improbable que se asocie con las actividades de trituración / pulverización típicas de los morteros en piedra.



## 4.2. Los pilones: Manufactura, tipología y análisis funcional

Los pilones de tell Aswad son útiles activos de percusión de forma alargada que presentan un grado más alto de preservación (alrededor del 50% se encuentran enteros o enteros frag.) que el resto de categorías de útiles. Se caracterizan por tener caras activas de percusión lanzada (1 o 2), de planta circular u oval y sección convexa, situadas en los extremos del artefacto, y que pueden ser acompañadas por caras activas adyacentes de tipo secundario para la percusión apoyada, situadas en el contorno del útil.

### *4.2.1. Manufactura de los pilones*

Las trazas de manufactura más recurrentes son el piqueteado y la abrasión en el contorno, aunque también se describen casos de talla (Fig.III.3.113a). La preparación de la cara activa es difícil de determinar con seguridad, ya que las trazas de manufactura se habrían eliminado en gran medida por las trazas posteriores provocadas por el uso. A nivel tecno-funcional, destaca la utilización de ambos extremos de los pilones como superficies activas de percusión en más de la mitad de los pilones. Tal característica es utilizada como criterio principal para establecer los grupos principales de pilones en tell Aswad (fig.III.3.112): Tipo 1 (una cara activa) y tipo 2 (dos caras activas opuestas). Los pilones de mayor longitud se encuentran en el tipo 1. Sin embargo, no parecen distinguirse grados diferentes de elaboración de los pilones de ambos tipos, ya que todos ellos presentan trazas de piqueteado y abrasión en el contorno, excepto un ejemplar del tipo 2 con evidencias también de talla.

PILONES TELL ASWAD													
N° C. Act	N°Invent	Preserv.	Longitud máx. (mm)	Grosor máx. (mm)	Materia Prima	Manufactura		Caras activas en los extremos				Reutilización	
						Trazas contorno	Trazas talón	Morfo.Sec C.Act1 (C.Act2)	Long. C.Act1 (mm)	Anch. C.Act1 (mm)	Trazas de uso		
Tipo 1 (una cara activa)	AW35	Entire	148	43	CA	Pulido	Pulido	PL con cx	33	33	HL+pigm	Baton polis?	
	AW61	Entire	116	69	BA C	Talla+ piquet+abras	Piquet+ abras	CX	89	69	HL+3extrac	Percutor	
	AW85	Entire	78	46	CA	Piquet+abras	Piquet+ abras	CX	30	30	HR		
	AW101	Entire Frag	165	65	BA V1	Piquet+abras	Piquet+ abras	Indet	60	50	Extracc	Percutor	
	AW113	Entire	165	56	BA V3	Piquet+abras	Piquet+ abras	PL	53	24	HR?sin usar?		
Tipo 2 (dos caras activas o más)	2 (opuestas)	AW37	Entire	102	48	BA V2	Piquet+abras	2ª c act	CX (CX)	39	39	Indet	
		AW103	Entire	122	37	BA V1	Piquet+abras	2ª c act	CX (CX)	39	26	HR	
		AW1	Entire Frag	103	58	CA silicif	Piquet+abras	2ª c act	Irreg (irreg)	44	45	HR+HL+ extrac	Percutor
		AW33	Entire	153	39	BA C	Talla+piquet+a bras	2ª c act	PL con cx (CX)	64	36	HR+1extrac	Percutor (talón)
	3 o + (op+ad)	AW56	Entire	87	46	BA C	Piquet	2ª c act	PL (irreg)	41	41	HR+1extrac / HL	Útil multifunc (2op+1ady)
		AW41	Entire	69	48	BA C	Imperceptible	2ª c act	CX (CX)	61	48	HL+pigm / HL	Útil multifunc (2op+3ady)
Frag	AW57	Frag	71*	44	BA V1	Piquet+abras	Imperceptible	PL con cx	30	30	HR		
	AW75	Frag	72*	73	BA C	Talla+piquet+a bras	Imperceptible	PL con cx	62	54	HR+HL		
	AW76	Frag	38*	58	BA V1	Talla+piquet+a bras	Imperceptible	CX	54	54	HR+HL		
	AW82	Frag	31*	20	BA C	Imperceptible	Imperceptible	PL?			Indet		
	AW89	Frag	41*		BA V2	Imperceptible	Imperceptible	PL con cx		54	Indet	Termo-alterac	
	AW91	Frag	54*	54	BA V1	Piquet+abras	Imperceptible	CX	34	34	HR+ impactos		
	AW98	Frag	60*	61	BA C	Imperceptible	Imperceptible	Indet			Extracc	Percutor	
	AW100	Frag	53*	54	CA silicif	Pulido	Imperceptible	CX	70	62	HL		
	AW8	Frag		66	BA V1	Imperceptible	Imperceptible	CX		60	HR+extrac	Percutor	
	AW13	Frag		48	BA V2	Piquet+abras	Imperceptible	PL	49	41	HR		
	AW14	Frag	36*	65	BA V1	Piquet+abras	Imperceptible	PL	50	50	HR+HL		

Fig.III.3.112. Tabla resumen con la caracterización tecnológica y morfométrica de los pilones de tell Aswad.

#### 4.2.2. Tipología y funcionalidad de los pilones

En las caras activas de todos los ítems, se observan plataformas de homogeneización de textura rugosa, y, en algunos casos, sobre todo del tipo 1, también superficies alisadas provocadas por una percusión apoyada del artefacto (por ej., movimientos circulares dentro del mortero)(fig.3.3.60b y d). Además, varios ejemplares de los dos tipos han sido reutilizados a modo de percutores, tal y como indican los negativos de extracción (fig.3.3.60a) por impacto contra una superficie dura.

Dentro del tipo 2, se han incluido dos útiles evidentemente multifuncionales que combinan superficies activas de percusión lanzada con superficies activas adyacentes a las primeras que indican un uso mediante percusión apoyada (abrasión, pulido): AW56 (fig.3.3.60c), con dos caras activas de percusión en los dos extremos más una superficie activa de percusión apoyada en el contorno, y AW41 (fig.III.3.113), que combina 2 de percusión lanzada con 3 de percusión apoyada. Es remarcable señalar la presencia de restos de pigmento rojizo sobre este último

útil, lo cual nos informa sobre su probable uso en el procesamiento de materias minerales y colorantes, más que en el procesamiento de alimentos.

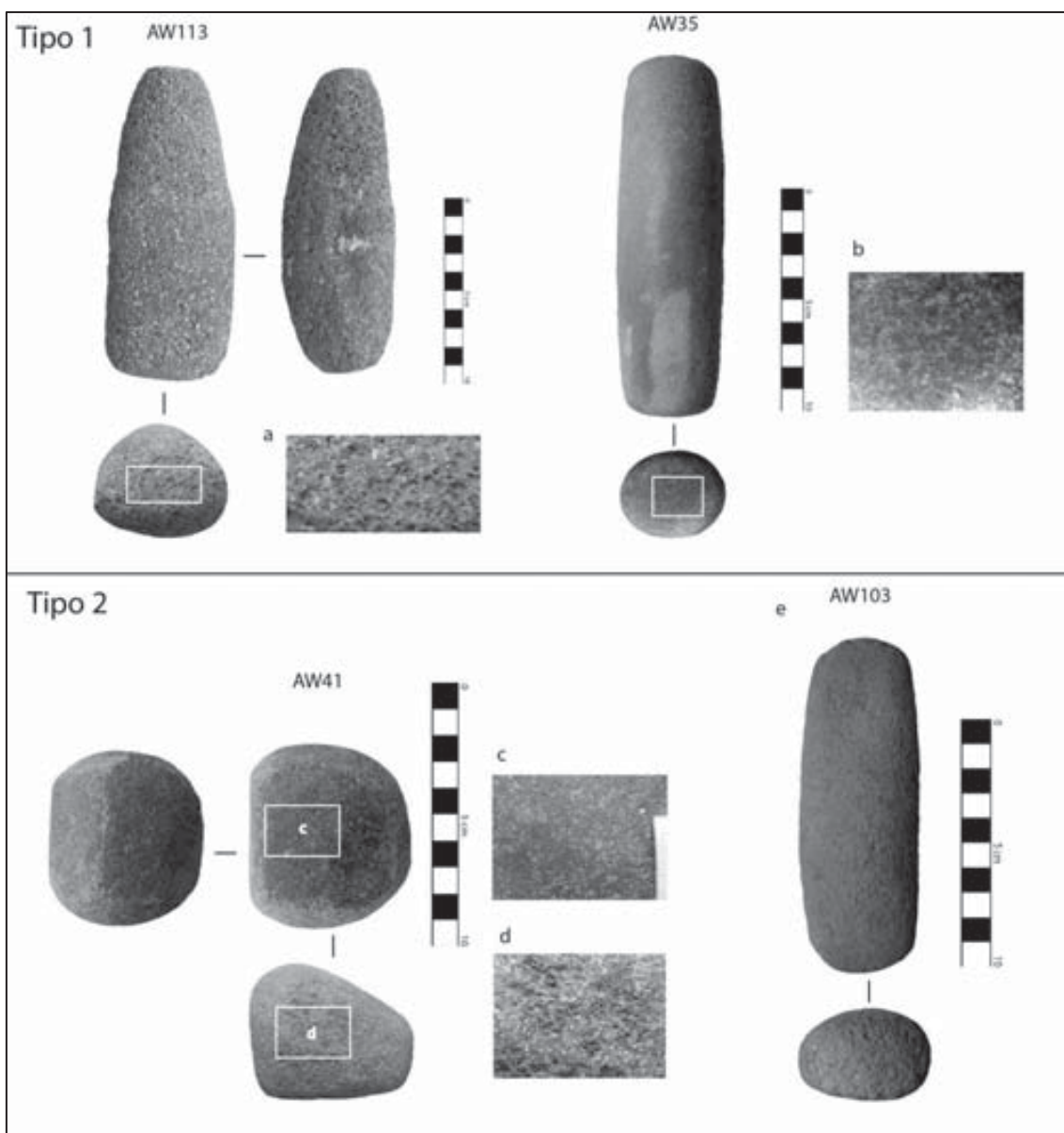


Fig.III.3.113. Ejemplos de pilones de los tipos 1 y 2 de tell Aswad.

#### 4.3. Análisis funcional del equipo de trituración

De forma análoga a la situación observada en el equipo de molienda, los útiles activos y pasivos del equipo de trituración no se complementan ni en el número de artefactos, ni en tamaño entre morteros y pilones. Los pilones de tell Aswad, especialmente los del tipo 1, son útiles de dimensiones medias o grandes que podrían no funcionar correctamente con el tipo de mortero de pequeño tamaño al que parecen pertenecer los fragmentos de mortero recuperados en tell Aswad (fig. III.3.111).

Además, la categoría de *pilones* representa (n=22) el 18% del total del conjunto artefactual analizado, mientras que la categoría de mortero (n=4) se queda en el 3,4% del total de útiles. Ante tal situación de discordancia numérica, deben ser planteadas diversas posibilidades para interpretar este conjunto:

- Un posible uso de los pilones con morteros de madera, cuya evidencia material no se ha conservado en el registro arqueológico de Aswad. Además, la asociación entre pilones líticos y morteros de madera no cuenta con referentes etnográficos que puedan sostener tal hipótesis, porque a priori parece poco probable.

- Un posible uso de los pilones sobre otras superficies repercutoras, como, por ejemplo, los morteros practicados en la tierra, u otros dispositivos comunes en el Próximo Oriente, los morteros o cúpulas sobre suelo rocoso (*bedrock mortars*, ver ej. en fig.I.2.4), pero que no han sido documentados en la zona donde se ubica el poblado de tell Aswad. Se trata de dispositivos de molienda / trituración formados a partir del rebaje de concavidades tipo mortero situadas tanto en un sustrato rocoso al aire libre, (*bedrock mortars*), como practicados en losas de piedra (*cupmarks on slabs*) que se sitúan en el suelo interior de las casas, sobre todo en el PPNA (Rosenberg & Nadel 2011).

## **5. Otros ítems**

Esta categoría engloba los demás tipos de útiles no incluidos en los equipamientos de molienda y trituración. En el conjunto de tell Aswad, los tres ítems de la categoría *Otros* corresponden a percutores. Se trata de útiles sobre cantos de sílex y de grandes lascas o fragmentos de bloques de basalto. Estos últimos podrían considerarse útiles reaprovechados a partir de los restos de fabricación de molinos, o, por otra parte, podrían haber sido recolectados desde la fuente de materia prima directamente para desempeñar la función de percutor. Uno de estos útiles presenta, además, una segunda cara activa vinculada con la abrasión (AW02-ZQ125-TL8).

La vinculación de este tipo de útiles de percusión con el utillaje de molienda y trituración ha sido destacada tanto en trabajos arqueológicos, como etnográficos (Hayden 1987), ya que se trata de útiles que, por sus características morfométricas y las trazas de percusión intensa que presentan, podrían constituir percutores utilizados en la manufactura del utillaje de molienda. Las trazas observadas a nivel macroscópico sobre las cornisas talladas de estos percutores indican impactos de gran intensidad. Además, una comparación general con los percutores utilizados en nuestro programa experimental (Cap. 3.2.) sugiere similitudes entre los impactos reiterados producidos por un proceso de piqueteado de superficies de basalto, con el proceso de preparación y mantenimiento de superficies de molienda. A pesar de estas observaciones generales, los artefactos de percusión de tell Aswad están siendo analizados por J.J. Priego (en prep.). En próximos trabajos, se analizarán con más concreción las trazas producidas por diferentes tipos de percutores en la manufactura del equipo de molienda y trituración.

## 5. Análisis temporal y espacial de las actividades de molienda y trituración en tell Aswad

### 5.1. Contextos de aparición de los útiles

La distribución de los útiles en función del tipo de contexto arqueológico en el que fueron depositados ha dado los siguientes resultados: En primer lugar, como es habitual, las estructuras negativas tipo fosa o cubeta reciben gran cantidad de materiales arqueológicos, en este caso útiles de molienda y trituración (33,6%). En segundo lugar, las estructuras de combustión formadas por varios tipos de fosas, y, especialmente, los lechos de piedras como base de la combustión (*radier*), constituyen la segunda tipología más abundante de estructuras relacionadas con la aparición del material de molienda y trituración (25,2%). Otro dato importante es la aparición de más útiles en el interior de las casas que en el exterior (fig.III.3.114).

La presencia de útiles en los muros de tell Aswad es prácticamente nula, en contraposición con las prácticas habituales documentadas en tell Halula y Jerf el Ahmar. A diferencia de los otros dos poblados citados, la arquitectura en tell Aswad se realiza exclusivamente en tierra y materiales vegetales (cañas, etc.), y en ningún caso se utiliza la piedra para los cimientos de los muros.

Contexto arqueológico	Nº Items	%
Estrato interior	2	1,7
Estrato indeterminado/destrucción	17	14,3
Suelo exterior	3	2,5
Suelo interior	10	8,4
Suelo indet	1	0,8
Nivel preparación suelo	2	1,7
Muro	1	0,8
Estruct. Combustión	30	25,2
Fosa / Cubeta	40	33,6
Sepultura	6	5,0
Contexto indeterminado	7	5,9
<i>Total</i>	119	

Fig.III.3.114. Distribución absoluta y porcentual de los artefactos analizados en tell Aswad según el contexto arqueológico en el que han aparecido.

Otro tipo de contexto de aparición muy destacable son las sepulturas, de forma que se entrelazan los instrumentos de molienda con uno de los aspectos simbólicos y sociales más notables del poblado de tell Aswad. A partir de la documentación consultada facilitada por D. Stordeur, se han detectado dos sepulturas con presencia de útiles de molienda:

- Sepultura ZN121 (US 751), presente en la casa EA45 y datada en el PPNB Reciente (Fase B-4), con un molino de grandes dimensiones del tipo 1a (AW117, fig.3.3.53a), y una posible moleta.

- Sepultura ZN124 (Str. 223), perteneciente a una zona funeraria (*aire funeraire*) típica del horizonte PPNB reciente del poblado. Se trata de un individuo con cuatro moletas del tipo 2 asociadas (fig.3.3.61).

Las prácticas funerarias de tell Aswad están siendo objeto de otra tesis doctoral (R. Khawam, en prep.<sup>8</sup>), por lo que habrá que esperar a sus resultados para evaluar correctamente la presencia de estos útiles en ambas sepulturas del PPNB reciente. Sin embargo, como observación preliminar, la inclusión de objetos distinguidos en el ajuar funerario indica como mínimo un papel destacable de los útiles de molienda sobre otros instrumentos u objetos, ya que son seleccionados para formar parte del acompañamiento de la persona que recibe sepultura.

## 5.2. Distribución espacial de los útiles

Como hemos anunciado previamente, el análisis arqueológico del poblado de tell Aswad dirigido por D. Stordeur, y llevado a cabo por diversos especialistas, se encuentra en curso de finalización. Por el momento, hemos podido realizar una planta general de dispersión del material de molienda y trituración que ha podido ser atribuido al periodo precerámico de tell Aswad (fig.III.3.115). De este modo, la relativa concentración de útiles en determinados cuadros de excavación (*carrés*) se vincula mayoritariamente con la distribución de las estructuras de hábitat excavadas por Stordeur y Jamous. Concretamente, la zona que comprende los *carrés* F140-F135-K140-K135 está ocupada por las casas EA18, EA19, EA11 y EA43, entre otras. En la zona norte, se ubica la casa EA45 (*carré* ZL120), donde también se recuperaron un conjunto de 7 útiles de molienda. En cambio, en cuadros donde no aparecen útiles (A125-130-135-140; F120-125), la presencia de casas también es casi nula (documentación facilitada por D. Stordeur).

Por tanto, a modo de interpretación preliminar, podemos destacar la asociación del instrumental de molienda y trituración con el interior de las casas precerámicas de tell Aswad. Además, dentro de las estructuras de habitación, también se han documentado dispositivos domésticos como banquetas, estructuras de combustión y estructuras de almacenaje (Stordeur *et al.* 2010). La continuación del análisis espacial del instrumental de molienda y trituración de tell Aswad podrá ayudar a distinguir posibles zonas de procesado (habitaciones interiores, o zonas intermedias como los porches o entradas a las casas, etc.), tal y como se ha documentado en Jerf el Ahmar (cap. 3.3.1).

---

<sup>8</sup> Se pueden consultar los primeros estudios sobre las prácticas funerarias de tell Aswad en Stordeur *et al.* 2006; Stordeur & Jamous 2007; Stordeur & Khawam 2008.

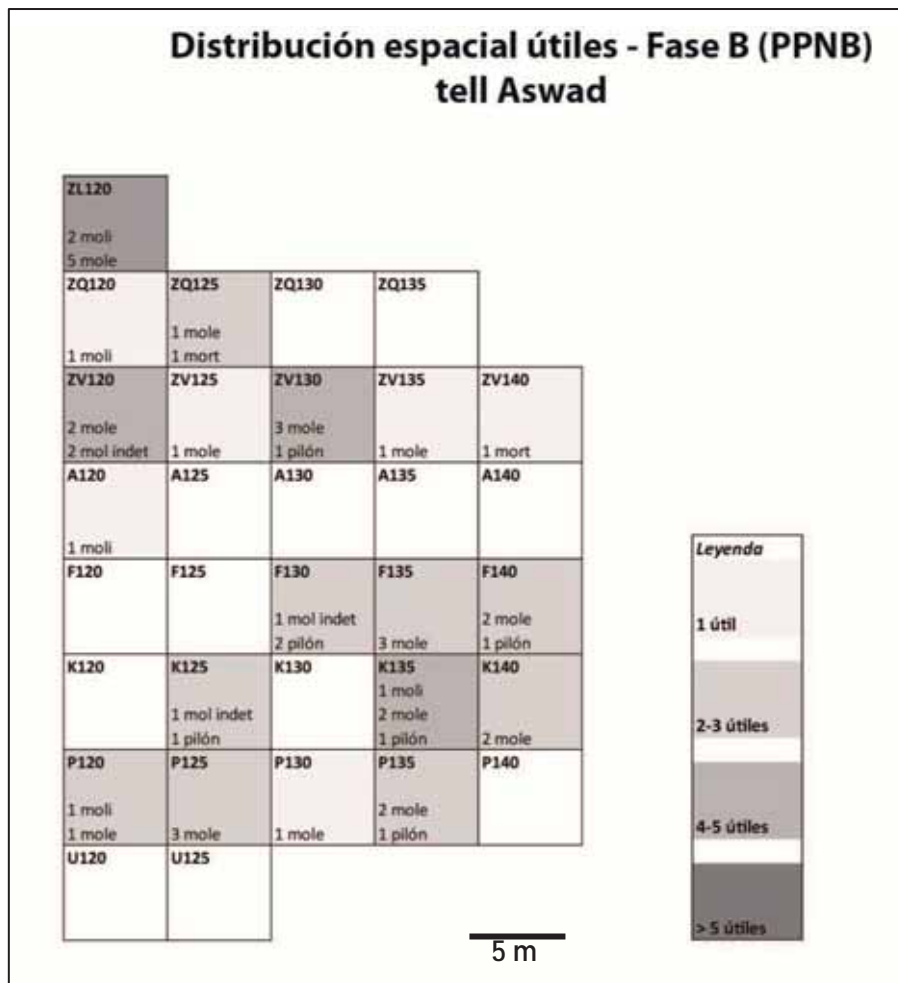


Fig. III.3.115. Distribución general de los útiles de molienda y trituración de las fases precerámicas (PPNB) de tell Aswad. Cada recuadro (*carré*) tiene un área de 25 m<sup>2</sup>. El color indica la densidad de útiles recuperados (ver leyenda a la derecha)

### 5.3. La molienda y la trituración de vegetales en tell Aswad: Análisis diacrónico

El análisis arqueobotánico de los restos vegetales procedentes de las campañas dirigidas por Stordeur-Jamous (2001-2006) se encuentra en fase de estudio (G. Willcox / C. Douche, en prep.). Sin embargo, las nuevas dataciones por AMS han permitido situar cronológicamente los primeros resultados obtenidos por Van Zeist y Bakker-Heeres (1982) a partir de las muestras analizadas tras las campañas de de Contenson (1995)(ver tabla de dataciones en fig I.4.6). Tal revisión aporta nuevos datos sobre el proceso de domesticación de cereales, como el *T. dicoccum*, el más abundante entre las muestras de tell Aswad. Progresivamente, los porcentajes de restos de tipología silvestre se fueron reduciendo a favor de los ejemplares con morfología doméstica a lo largo de la secuencia de ocupación del poblado (Willcox 2005).

Este escenario de cambio paulatino en la explotación de las plantas podría estar en relación con el procesado de los productos agrícolas, en nuestro caso, la molienda y demás procesados de los cereales. En las figuras III.3.108 y III.3.51 se observa que el equipo de molienda de cereales es inexistente en las fases más antiguas de Aswad (fase IA y IB de de Contenson; fase

antigua B12-B9 de Stordeur); éste aparece en la fase intermedia del periodo precerámico (fases IIB1-IIB5 de de Contenson; fases media B8- B1 de Stordeur) y se mantiene en la última fase de ocupación precerámica (B0-B-5 de Stordeur). La producción de harina y de productos similares (sémolas, pastas) en este caso se podría haber implantado como técnica de procesamiento de grano una vez que el proceso de domesticación de los cereales ya se hubiera iniciado (fase media y reciente).

¿Qué carácter tuvo el procesado de cereales en tell Aswad? Tal y como hemos visto en los casos de Jerf el Ahmar y tell Halula, la presencia de equipos de molienda son habituales en la mayoría de casas de las fases del neolítico precerámico de estos poblados. En cambio, en el PPNB de tell Aswad, el reducido número de artefactos encontrados, especialmente de molinos, plantea unas técnicas de procesado de la cosecha distintas, por lo que la molienda constituiría un tipo de procesado utilizado con menor frecuencia que en otros casos, pero con un alto desarrollo técnico del instrumental, tal y como se observa en la mayoría de moletas y molinos (como AW117). La molienda de cereales podría formar parte de tradiciones culinarias vinculadas a determinados eventos de importancia notable y celebración más puntual; de ahí el reducido número de molinos y la perfección técnica de los artefactos (preparación de alimentos para reuniones, festividades o cualquier evento de tipo periódico, estacional, etc.).

#### *5.4. Otras actividades: las artesanías*

El grupo 2 de molinos y moletas deben ser relacionados con otras actividades técnicas ajenas al procesado de cereales. En el caso de los molinos tipo 2 con patrón 2b, el espectro de actividades que pueden dejar superficies pulidas y sin apenas preparación previa de la cara activa pueden ser varias:

- El pulido de útiles líticos biselados como hachas y azuelas, los cuales constituyen categorías de útiles bien documentadas en tell Aswad. El proceso de fabricación de estos útiles se realizó en el propio asentamiento, tal y como indica la presencia de lascas, fragmentos y preformas, como resultado de toda la secuencia de manufactura de los artefactos (Sánchez-Priego, informe 2008 inédito). Las superficies de molinos de basalto compacto pueden funcionar satisfactoriamente con el pulido de útiles biselados, además de que la lectura traceológica también señala el contacto abrasivo intenso, como el de tipo piedra Vs piedra, proceso que sería el causante de las zonas pulidas observadas en los molinos 2b de tell Aswad. Existen otros casos de yacimientos neolíticos donde se ha documentado esta función del utillaje de molienda, como los estudiados por Van Gijn y Hookes (2006) en el contexto LBK (fig.III.3.116).



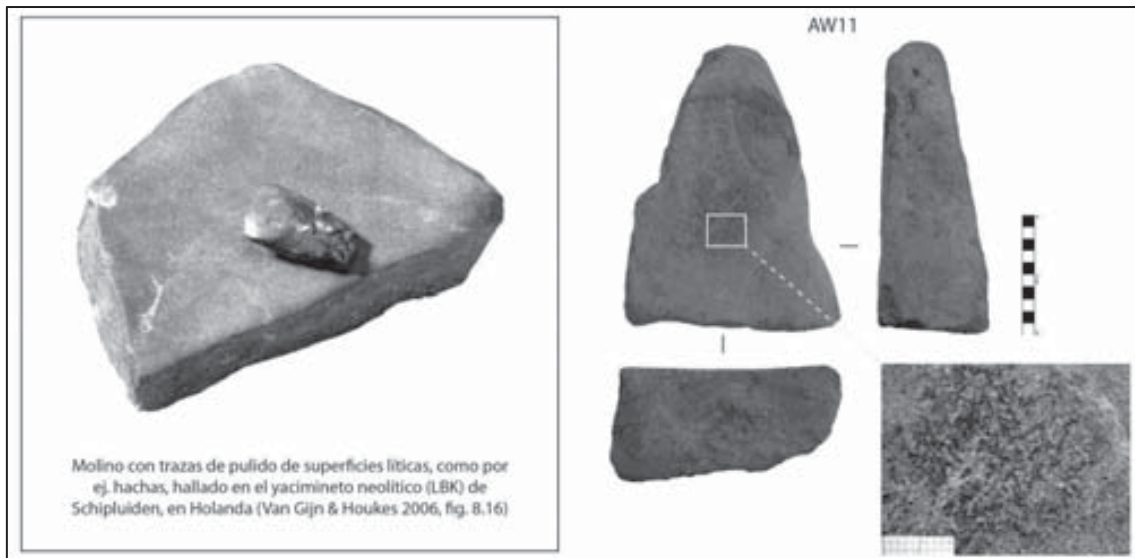


Fig.III.3. 116. Comparación entre un molino interpretado como pulidor de hachas procedente del yacimiento neolítico de Schipluiden, Holanda (extraído de Van Gijn & Houkes 2006, fig.8.16), y el molino AW11 de tell Aswad. El primero presenta una tipología y una distribución de trazas de uso muy similar a algunos molinos del grupo 2 con patrón 2b de tell Aswad, en este caso, proponemos el útil AW11.

- La abrasión y pulido de otros objetos en madera, concha y hueso, materias que pueden llegar a desarrollar superficies de abrasión pulidas tras largas secuencias de uso (ver cap. 3.2. *Resultados experimentación*).

Otra de las esferas técnicas documentadas en tell Aswad es la fabricación de ornamentos en piedra y concha, especialmente *Cypraea*, que presentan trazas de abrasión producidas en el proceso de manufactura (Alarashi 2010). Estas producciones están siendo analizadas por H. Alarashi en su tesis doctoral, quien destaca la notable presencia de fragmentos que podrían indicar un posible taller local de producción de ornamentos (Alarashi, com. pers.). Por el momento, a modo de hipótesis, en este trabajo consideramos el conjunto de molinos del grupo 2 de tell Aswad como útiles de abrasión que potencialmente podrían ser utilizados en varias etapas de fabricación de ornamentos. En este sentido, K. Wright señala los bloques de basalto vesicular como una materia ideal para los primeros estadios de abrasión de nódulos para fabricar ornamentos, y, además, destaca los fragmentos de molinos como posibles candidatos a desempeñar esta función en el taller de cuentas de collar del asentamiento Jilat 7 (Wright *et al.* 2008). En un segundo estadio de manufactura en la que se requiere de una abrasión más fina, en nuestro programa experimental hemos podido comprobar la eficacia de los molinos de basalto compacto como superficie de abrasión y pulido de superficies (cap. 3.2).

En el caso de las moletas con patrón de trazas 2b, la hipótesis mejor contrastada por el momento, gracias al referencial experimental y al análisis de trazas de uso, es su vinculación con el trabajo de pieles animales, tanto de limpieza inicial como de flexibilización (ver cap.3.2.; Bofill & Taha 2013).

Por otro lado, los molinos y moletas con patrón de trazas de uso 2c, con superficies altamente rugosas o con fosillas de percusión, pueden estar relacionadas con otras producciones artesanales:

- Trituración o pulverización de substancias minerales, como pigmentos. Varios artefactos han conservado restos de materias colorantes que indicarían este tipo de procesado con molinos, moletas y pilones (AW35, AW41, etc.).

- La talla lítica de sílex, en la cual los bloques de basalto podrían funcionar a modo de yunque o mesa de trabajo, tal y como se documenta en contextos etnoarqueológicos (fig.3.3.54,<sup>9</sup>). En este caso, los molinos no desempeñan actividades de molienda, abrasión o trituración, pero es posible que molinos de cualquier tipo puedan ser reutilizados en algún momento como losa de trabajo de tareas varias. La presencia de pequeñas extracciones en varias zonas del molino puede apoyar esta hipótesis funcional (AW65, AW49, fig.3.3.54a-b).

### *5.5. Episodios de reciclaje y patrones de fractura de los útiles*

El fenómeno de reciclaje más frecuente documentado en el conjunto de tell Aswad mantiene una relación espacial con las estructuras de combustión. Un total de 30 útiles de molienda y trituración (el 25,2% del conjunto artefactual), tanto enteros como fracturados, han sido recuperados en estructuras de combustión del poblado (fig.III.3.114). Según Diaa Albukaai (com pers.), las estructuras de combustión en tell Aswad utilizan de manera habitual fragmentos de basalto de pequeño tamaño, ya que las propias estructuras no son muy grandes, comparadas con otros ejemplos levantinos (como Jerf el Ahmar). Pero, además, el aprovechamiento del basalto se centra en una organización interna de la estructura, ya que estas piedras presentan una disposición determinada destinada a la difusión del calor a lo largo de la estructura (concretamente en los *radiers*, o lechos de piedras).

Sin embargo, una fracturación tan intensa (los patrones sugieren hasta 6 fracciones posibles de un mismo ítem) y reiterada de los útiles de molienda sobre basalto para reciclar su materia prima no parece concordar con la proximidad y aparente disponibilidad para explotar la fuente principal de aprovisionamiento de rocas basálticas que ha sido identificada, la montaña próxima de Hijjané. Además, también se depositaron 2 útiles enteros en las estructuras de combustión de los niveles precerámicos. Los soportes y la variedad de tipos de basalto disponibles en Hijjané también servirían para el abastecimiento de materiales de construcción para las estructuras de combustión. ¿Por qué se fracturaban, entonces, los útiles de molienda, unos objetos con una determinada inversión de trabajo en su manufactura, y cuya capacidad utilitaria para la molienda no había sido amortizada?

Sobre la posible intencionalidad de las fracturas documentadas en moletas, molinos, fragmentos de útiles de molienda indeterminados y pilones, los contextos de aparición de los útiles fracturados son variados: fosas, cubetas, estructuras de combustión, estratos interiores

---

<sup>9</sup> Ejemplo etnográfico de talla lítica procedente de Konso (sur de Etiopía), documentado por Brandt y Weedman (2002, fig.5), en el que se talla un raspador de sílex mediante percutor y yunque, una losa semejante a un molino del tipo 2 de tell Aswad.

y exteriores, así como suelos interiores y exteriores (III.3.114). Por tanto, aparte de ser reaprovechados en estructuras de combustión (reutilización de la materia prima), el resto de ejemplares fracturados aparecen en contextos de desecho, o de posibles alijos de materiales para ser reutilizados en algún momento posterior a su fractura. Llegados a este punto, es necesario realizar un análisis más detallado de los contextos de aparición de los útiles con el objetivo de obtener más información sobre la intencionalidad de las fracturas documentadas y las posibles atribuciones funcionales de los útiles una vez que fueron fracturados.

En el caso concreto de los pilones, como etapa final de su uso en tell Aswad, se observa una recurrencia significativa con respecto a la conservación de estos artefactos. Se ha documentado un grupo de fragmentos muy pequeños de pilones (N=6) en los que se observa un patrón de fractura paralelo a la cara activa del pilón (transversal respecto al eje mayor del artefacto), de forma que la fractura no podría relacionarse con un episodio de percusión por el uso del pilón a modo de percutor, etc. Los útiles fueron fracturados, por lo que parece, intencionadamente para reducir su tamaño, o dividir el artefacto en diversos fragmentos más pequeños.

Todos estos casos de reciclaje y posibles fracturas intencionales serán incluidos en la discusión global sobre la gestión del utillaje de molienda y trituración en el Levante durante el periodo neolítico (cap.4).

## **Conclusiones**

El utillaje de molienda y trituración de tell Aswad constituye una de las categorías artefactuales importantes en el equipamiento del poblado; sin embargo, ha resultado esencial realizar un análisis funcional de los artefactos para comprender en qué tipo de actividades participaron a lo largo de la secuencia de ocupación.

Uno de los resultados fundamentales del presente estudio es el papel del contexto geológico local, la presencia de montañas basálticas cerca del poblado, lo cual permitió a los habitantes de tell Aswad acceder a una de las litologías de mayor efectividad para la molienda de cereales, el basalto, sobre todo el basalto de textura vesicular. Los sondeos realizados por de Contenson (1995) también proporcionaron una mayoría de útiles en basalto con respecto a otras materias primas minoritarias y de acceso más limitado, como la caliza o el gres. La homogeneidad a nivel de materia prima de los útiles puede ser comparada con otros yacimientos neolíticos de la zona. Según de Contenson (2000, p.1-4), tell Ramad (PPNB Reciente) se encuentra situado entre dos formaciones rocosas bien diferenciadas y vinculadas con la manufactura del utillaje macrolítico: una placa basáltica sobre la cual se encuentra el yacimiento arqueológico, y un afloramiento de bloques de calizas a pocas decenas de metros del poblado. No obstante, a pesar de que Ramad dispone de un mayor espectro de rocas disponibles en las inmediaciones del asentamiento (calizas y basaltos en afloramiento primario, y la posible explotación de los materiales del wadi Sherkass) con respecto a Aswad (tan sólo rocas basálticas), en lo que concierne al material de molienda y trituración se confirma el uso mayoritario del basalto en la fabricación de este utillaje (92,5%). Sin embargo, en el caso de tell Aswad, a pesar de gozar de esta disponibilidad excelente en cuestión de

materia prima, la producción y uso de molinos para moler granos de cereal fue relativamente escasa en la fase precerámica del asentamiento.

Por otro lado, a pesar del número escaso de efectivos, se ha podido certificar que los útiles destinados al procesado de productos cerealísticos reciben una inversión técnica muy superior al resto de útiles documentados para otras funciones. Tal gestión del utillaje de molienda puede estar indicando un papel especial de la molienda de cereales en el contexto socio-económico de tell Aswad, poblado que se encontraba ubicado entre dos áreas de domesticación de plantas, el Levante sur y el Levante norte (Willcox 2005; ver Fig. I.2.9). Por lo que parecen sugerir los datos, la molienda de cereales no constituyó una actividad cotidiana, sino reservada a determinados momentos o situaciones. Cabe recordar que el consumo de cereales y otras plantas no debe pasar obligatoriamente por la molienda o la trituración (ver cap. 1.5), sino que existen otras técnicas de procesado y consumo de plantas que explicarían la baja presencia de molinos en tell Aswad. Aun así, la singularidad del procesado de cereales con artefactos macrolíticos en tell Aswad podría estar relacionada con el mundo funerario y simbólico de la comunidad que habitó este poblado.

En el caso de molinos y moletas del tipo 2, el análisis funcional ha determinado varios posibles usos de estos artefactos, los cuales deben estar vinculados con el desarrollo de diversas artesanías como la producción de ornamentos, el trabajo de la piel, la industria lítica, el procesado de pigmentos minerales, etc.

El equipo de trituración de tell Aswad es escaso en cuanto a morteros en piedra, aunque la presencia de un gran número de pilones sugiere el uso de otros receptáculos para realizar las actividades de mezclado, pulverización y trituración que sugiere el análisis funcional de los pilones. Por último, destacar que tanto las actividades de molienda, como las de trituración, no se documentan hasta la segunda fase del poblado (PPNB Medio), y que, a nivel espacial, estas tareas se llevaban a cabo probablemente en el interior de las casas o en las inmediaciones de las mismas.

En conclusión, quedan todavía diversos aspectos por tratar, como ampliar el análisis de residuos, y, sobre todo, profundizar más en los contextos de aparición de los útiles para mejorar la comprensión sobre la gestión y el uso de los artefactos de molienda y trituración de tell Aswad. Por el momento, no cabe duda de que el procesado de cereales tuvo un papel relevante en determinados aspectos de la vida del poblado (mundo funerario, eventos destacados), y que los artefactos de molienda y trituración también formaron parte del desarrollo tecnológico de las artesanías en tell Aswad.

### 3.3.4. El instrumental de molienda y trituración de tell Arqa: Una introducción

En este apartado se realiza una introducción preliminar al estudio del instrumental de molienda y trituración del yacimiento de tell Arqa (Valle del Akkar, Líbano), puesto que en el marco del presente trabajo de tesis, la muestra de tell Arqa tan sólo ha sido incluida en la parte metodológica (análisis de materias primas, cap.3.1; análisis de superficies, cap.3.4). Tell Arqa constituye un asentamiento de grandes dimensiones que comprende una ocupación principal a lo largo de la Edad del Bronce, a pesar de que existen evidencias de ocupaciones anteriores y posteriores (Thalmann 2000, 2010; ver cap. 1.4.3).

Concretamente, la mayor parte del análisis se ha centrado en el conjunto artefactual hallado entre los niveles 16-15 de dos edificios que fueron intensamente afectados por un incendio, de tal forma que se ha preservado con notable entidad todo el contexto arqueológico *in situ* de su interior (Figs.I.4.7-I.4.8). En las plantas inferiores de estos edificios se documentó un sistema de almacenaje de grano a partir de celdas contiguas a modo de silos recubiertos con paja, lo cual indica un almacenamiento a largo plazo del producto. Diversas de estas estructuras se encontraron repletas de cereales (*Triticum dicoccum*, *Hordeum distichum*, etc.), los cuales se hallaban en varios estadios de procesado (Thalmann 2007; Herveaux 2007, citado en Thalmann 2010)(consultar más información sobre tell Arqa en cap. 14, apartado 1.4.3). Ante estas evidencias, la hipótesis de partida del estudio del utillaje de molienda encontrado en este contexto excepcional se basa en que éste formaba parte de un espacio especializado en el almacenaje y el procesado de cereales.

#### 1. Caracterización general del conjunto

El conjunto artefactual en proceso de estudio de tell Arqa se corresponde con la colección de útiles recuperados entre las campañas de excavación de 2001-2004, principalmente, así como algunos ejemplares de la campaña 1995, y también de las más recientes de 2008-2010. En total se han contabilizado un total de 220 artefactos de molienda y trituración.

MATERIAL DE MOLIENDA Y DE TRITURACIÓN DE TELL ARQA							
	<u>Categoría de útil</u>	<u>Molinos</u>	<u>Moletas</u>	<u>Morteros</u>	<u>Útil Molienda Indet</u>	<u>Total ítems</u>	<u>Total ítems %</u>
	<i>Total</i>	74	141	1	2	220	
Preservación	Enteros	11	50			61	27,7
	Enteros Frag	11	17			28	12,7
	Frag	52	73	1	2	128	58,2
	<i>Total % Tipo Básico</i>	33,6	64,1	0,5	0,9		

Fig.III.3.117. Distribución del instrumental de molienda y trituración por categoría de útil en tell Arqa procedente de las excavaciones de 1995, 2001-2004 y 2008-2010. Se trata de datos preliminares, puesto que el estudio está en curso de finalización.

Entre las categorías de útiles identificadas (fig.III.3.117), destaca notablemente el número de moletas (n=141) sobre las demás categorías, sobre todo en relación al número de molinos (n=71). De esta forma, la relación numérica entre molinos y moletas concuerda con el índice establecido en base a los ritmos de desgaste del equipo de molienda, según el cual el número de moletas debe doblar el número de molinos (M. K. Wright 1993). En cuanto al equipo de trituration, este se encuentra representado por un único mortero, a pesar de que es preciso recordar que el estudio no ha sido finalizado, y los datos presentados podrían variar.

El grado de preservación del conjunto también presenta notables diferencias entre las categorías de útiles. Mientras que aproximadamente la mitad de moletas documentadas fueron recuperadas enteras, en el caso de los molinos se observa un elevado nivel de fracturación. En este sentido, es preciso recordar el contexto arqueológico en el que fueron documentados los útiles, el cual estuvo afectado por un intenso episodio de fuego y derrumbe del edificio en el que se encontraban la mayoría de ellos.

## 2. Determinación de la materia primera

Respecto a la materia prima, en el cap.3.1 ya hemos comentado la homogeneidad a nivel litológico del conjunto de tell Arqa. El 100% del utillaje se encuentra elaborado en rocas basálticas, de las cuales se distinguen a nivel textural entre basalto compacto y basalto vesicular. Como vemos en la fig. III.3.118, el basalto vesicular es mayoritario ante el basalto compacto, y especialmente los grados 2 y 3 de vesicularidad. La caracterización de la materia prima por categorías de útiles será presentada en próximos trabajos.

MATERIA PRIMA TELL AROA						
	BA C	BA indet	BA V1	BA V2	BA V3	Total
N	23	24	30	94	49	220
%	10,5	10,9	13,6	42,7	22,3	

Fig. III.3.118. Determinación de la materia prima del utillaje de molienda y trituration de tell Arqa.

## 3. Evidencias de manufactura

El análisis del proceso de manufactura se está realizando a partir de la identificación de trazas de talla, piqueteado y abrasión sobre el contorno y el reverso de los artefactos. El análisis del grado de elaboración de los artefactos también se encuentra en curso, y por el momento podemos adelantar que muchos de los artefactos de molienda presentan evidencias claras de un grado 3 de modificación del contorno y del reverso, es decir, la asociación de trazas de talla, piqueteado y abrasión (ej. Fig.III.3.19). En cuanto a la preparación de la cara activa, podemos certificar que el todo el conjunto de molinos y moletas presenta trazas de un piqueteado inicial intensivo de toda la superficie. Además, en muchos artefactos ha sido posible identificar varios

estadios de reavivado de las superficies, lo cual puede ser indicativo de un uso frecuente del artefacto.



Fig. III.3.119. Moleta hallado en tell Arqa de grandes dimensiones con negativos de talla en el reverso o zona de presión.

#### 4. Análisis morfométrico y tipológico

En los siguientes gráficos se incluyen los resultados del análisis morfológico en planta (Fig.III.3.120) y en sección (Fig.III.3.121) de los artefactos de molienda y trituración.

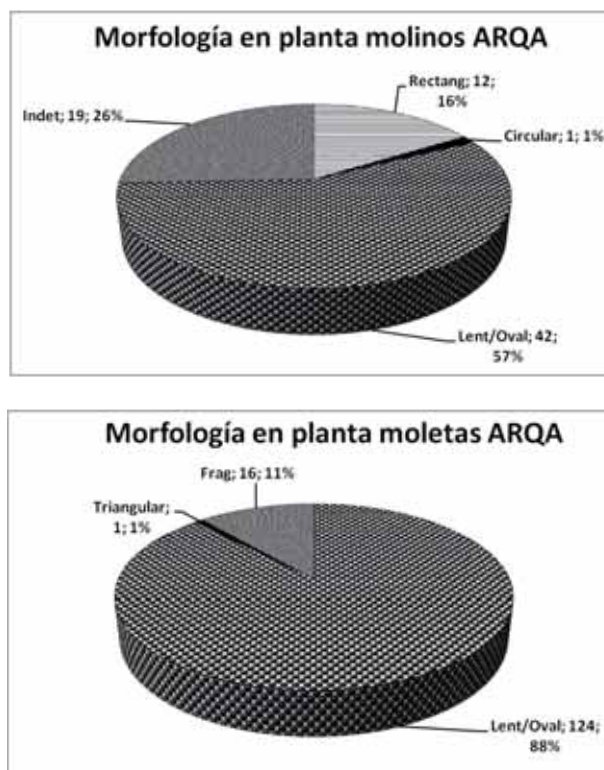


Fig. III.3.120. Resultados de la determinación de la morfología en planta de molinos (arriba) y moletas (debajo de tell Arqa).

Morfología en sección		MOLINOS ARQA	Morfología en sección		MOLETAS ARQA
SecTransv	SecLong		SecTransv	SecLong	
CV	CV	33	CX	RT	21
RT	CV	10	CX	CX	52
CX	CV	15	CX	CV	19
CV	RT	3	RT	CX	4
RT	RT	0	RT	RT	19
RT	CV	8	RT	CV	8
<b>Indet</b>		<b>13</b>	<b>Indet</b>		<b>18</b>

Fig. III.3.121. Resultados de la determinación morfológica en sección de molinos (izquierda) y moletas (derecha) de tell Arqa.

Como conclusión preliminar del análisis morfológico de los artefactos, es posible distinguir una notable homogeneidad en la forma en planta tanto de molinos pero sobre todo de moletas, donde destacan de forma mayoritaria las plantas lenticulares y ovales. Por otro lado, en relación a morfología en sección de los útiles de molienda, cabe recordar que ésta es tributaria del modo de funcionamiento del útil, así como de la morfología de la cara activa del útil complementario con el que es accionado (molino Vs moleta). En este sentido, observamos una notable variedad de morfologías en sección, lo cual es indicativo de una proliferación de distintos modos de apareamiento en la Edad del Bronce de tell Arqa.

A pesar de que la correspondencia morfométrica entre molinos y moletas será presentada en próximas publicaciones, a partir del presente estudio preliminar es posible avanzar la existencia de módulos de apareamiento que combinan molinos en sección transversal convexa con moletas de sección longitudinal cóncava.

Finalmente, aportamos un primer balance del estudio métrico de los molinos y moletas de tell Arqa (Fig.III.3.122). En términos generales, se trata de un conjunto de artefactos de grandes dimensiones, sobre todo en el caso de las moletas que alcanzan longitudes de 450 mm.



Molinos TELL ASWAD				
<i>Medida/N</i>	$\bar{x}$	s.d.	min	max
Long mm / 22	429,8	121,3	250	640
Anch mm / 22	269,3	65,2	145	440
Gros mm / 22	98,0	52,7	35	240
Prof mm / 22	34,2	60,8	4	158

Moletas TELL ASWAD				
<i>Medida/N</i>	$\bar{x}$	s.d.	min	max
Long mm / 65	258,8	42,7	195	450
Anch mm / 65	146,8	20,9	110	230
Gros mm / 65	51,7	12,0	28	85

Fig. III.3.122. Resultados del análisis de los molinos (arriba) y moletas (abajo) de tell Arqa.

Respecto a la tipología, todo el conjunto artefactual de molienda de tell Arqa se inscribe en el **grupo tipológico 1**, asociado a un trabajo en pareja (molino-moleta), y principalmente asociado al procesado de cereales. De cara a la continuación del estudio, será abordada la determinación del tipo de molinos y moletas en función del gesto técnico que describa la morfología de la cara activa, y la distribución de las trazas de uso sobre superficie laboral Tipo 1a, tipo 1b, tipo 1c...).



### 3.4. Resultados del estudio funcional de los útiles

#### 3.4.1. Análisis traceológico de las superficies de desgaste.

El estudio funcional de los útiles de molienda se ha llevado a cabo mediante un análisis multi-escala de las superficies activas. De esta forma, la propuesta metodológica para esta parte del análisis (ver cap. 2 Metodología) se compone de varias etapas que implican la implementación de varios métodos de estudio. En primer lugar, el análisis macroscópico de las superficies de desgaste (*Nivel 1*) y la observación de las trazas de uso a bajos aumentos (*Nivel 2*) fueron realizados en los propios yacimientos durante las campañas de estudio de los conjuntos artefactuales. Los resultados de esta primera etapa del análisis de superficies son expuestos en los respectivos apartados de cada yacimiento (Caps. 3.3.1. Jerf el Ahmar, 3.3.2. Tell Halula, 3.3.3. Tell Aswad, y 3.3.4. Tell Arqa). Un ejemplo completo del proceso de análisis de superficies a través de los cuatro niveles de observación es presentado en la figura 3.4.1.

A continuación, dadas las características de las series arqueológicas de Tell Halula, Tell Aswad y Tell Arqa a nivel de composición petrográfica, en las cuales destaca la presencia mayoritaria de **basalto**, se planteó, para las siguientes etapas del estudio funcional, seleccionar esta litología para llevar a cabo el análisis traceológico a grandes aumentos de las superficies activas de los útiles. Se creyó conveniente hacerlo de esa forma dado que un primer estudio detallado de este tipo requería la mayor reducción de variables que permitiesen avanzar con seguridad en la metodología y, de este modo, poder obtener un primer conjunto de resultados que demostrasen la aplicabilidad del método en superficies macrolíticas de molienda y abrasión.

El análisis microscópico a grandes aumentos de las trazas de uso (*Niveles 3 y 4*) entra en una temática crucial para la historiografía sobre estudios funcionales: la caracterización del pulido como la huella de uso con mayor valor diagnóstico sobre la materia trabajada. Cabe recordar que el objetivo final será siempre el de mejorar las interpretaciones funcionales de los útiles mediante el refuerzo de la base empírica que sustente tales hipótesis. Es en esta línea de trabajo donde presentamos los resultados del primer estudio funcional multi-método sobre artefactos macrolíticos de molienda y abrasión. Esta etapa del estudio se realizó gracias a una estancia en el *Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systemès (École Centrale de Lyon)*.

La elección de los atributos cualitativos y cuantitativos que mejor describen los pulidos y permiten su individualización ha guiado principalmente los objetivos a nivel metodológico del presente estudio. Tal y como se verá en los siguientes apartados, a partir del análisis mediante microscopía metalográfica se ha propuesto una clasificación de pulidos según términos de textura. Los tipos de textura de pulido identificados se relacionan a nivel experimental con el procesado de materias diferentes. A continuación, el análisis de superficies mediante técnicas de rugosimetría (cuantificación del aspecto físico del relieve de las superficies) se ha centrado, en primer lugar, en la comprobación de la viabilidad de este tipo de análisis sobre superficies de abrasión arqueológicas y, en este caso, sobre rocas basálticas. En segundo lugar, se ha tratado de validar los resultados de la anterior clasificación textural de los pulidos a partir de atributos de tipo cuantitativo.

Finalmente, el estudio funcional de las series arqueológicas de Tell Aswad, Tell Halula, Jerf-el-Ahmar y Tell Arqa se completa con el análisis de residuos silicios (fitolitos) realizado sobre un primer conjunto de muestras procedente de las superficies activas de los útiles.

### - Materiales

Los dos primeros niveles de observación (*Nivel 1 y 2*) considerados de bajos aumentos han sido presentados, de forma pormenorizada, para todo el conjunto estudiado en las cuatro series arqueológicas (cap. 3.3). Así pues, en este capítulo nos centraremos en exponer los resultados generales. A continuación, el estudio traceológico a grandes aumentos (*Niveles de observación 3 y 4*) se ha realizado a partir de un conjunto de 14 muestras experimentales (Fig. 3.4.2) y 53 muestras arqueológicas (Fig. 3.4.3). Las muestras arqueológicas provienen de molinos y moletas de los yacimientos de Tell Aswad, Tell Halula, Tell Arqa, y Jerf el Ahmar. De cada ítem muestreado también se ha especificado el grupo artefactual, la materia prima y la zona de la superficie activa observada (zona central, lateral, extremo, etc.).

### - Procesado de datos

Las mediciones de superficies obtenidas con el rugosímetro confocal y el interferómetro han sido procesadas mediante el software Topo<sup>®</sup> diseñado por el LTDS. El programa Topo<sup>®</sup> dispone de un amplio conjunto de funciones para trabajar con los datos topográficos, entre los cuales destacamos el generador de modelos 3D de las superficies medidas, el cálculo de parámetros estadísticos para describir las variaciones espaciales y de altitudes de las superficies (SPsK, SPeK) y la aplicación del método 2D de transformación de ondículas continuas (ver apartado Nivel 4.1).

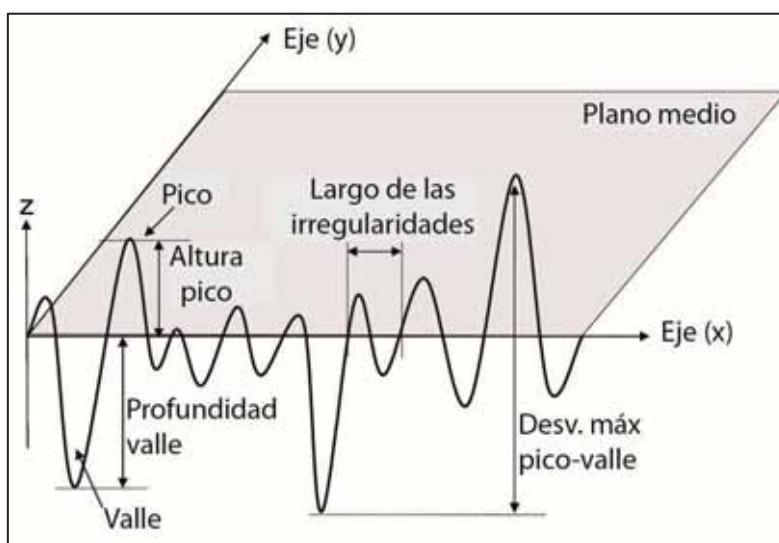


Fig. III.4.1. Morfología y partes constituyentes de una superficie 3D (Vargiolu 2008)

### - Análisis y resultados

*Nivel 1 y 2. Síntesis de la caracterización del estado de las superficies y la microtopografía*

- Resultados experimentación

Los patrones de desgaste generados sobre los útiles experimentales (cap.3.2) han sido resumidos de la siguiente manera (Fig. III.4.2).

Grupo experimental	Experimento	Descripción superficies activas	
		Nivel 1 (Topografía, observación macroscópica)	Nivel 2 (Microtopografía, 10-60x)
1. Fabricación útiles basalto	Basalto Vs basalto (1.2)	Plató de homogeneización rugosa; morfología plana; zonas de piqueteado intenso; sin pulido. Presencia intermitente de rascadas en paralelo	Aspecto general rugoso; fosillas; fractura de fenocristales; microtop. alta grado rugosidad alta; microtop. baja alterada; sin pulido.
2. Procesado Mat. Vegetales	Descascarillado cereal (2.1)	Plató de homogeneización rugosa; morfología plana; zonas extensas de piqueteado; sin pulido.	Aspecto general rugoso; fosillas; fractura de fenocristales; redondeamiento de granos; microtop. alta grado rugosidad alta; microtop. baja alterada; sin pulido.
	Molienda cereal (2.2)	Plátos de homogeneización rugosa/lisa; morfología convexa-plana; zonas de piqueteado residual; presencia intermitente de rascadas en paralelo; Aparición de zonas de pulido leve en el centro y en los laterales de las caras activas.	Aspecto general nivelado; fosillas; redondeamiento de granos; microtop. alta grado rugosidad media; microtop. baja inalterada; pulido sobre las cumbres de los granos. Presencia de estrías cortas en los platós.
	Molienda lentejas (2.3)	Plátos de homogeneización rugosa reducidas, morfología convexa; zonas de piqueteado residual; sin pulido	Aspecto general rugoso; fosillas; microfractura de fenocristales; microtop. alta grado rugosidad alta; microtop. baja inalterada; desgaste diferencial entre minerales (iddingsita mayor afectación).
	Molienda almendras (2.4)	Plátos de homogeneización lisa reducidos, morfología convexa; pulido leve en el centro de los platós.	Aspecto general rugoso/nivelado; microtop. alta grado rugosidad media; microtop. baja alterada levemente por el pulido; redondeamiento de granos; pulido sobre las cumbres de los granos. Baja presencia de estrías.
	Molienda de habas (2.5)	Plátos de homogeneización lisa reducidos, morfología convexa; sin pulido.	Aspecto general rugoso/nivelado; microtop. alta grado rugosidad media; microtop. baja alterada levemente por el pulido; redondeamiento de granos; pulido sobre las cumbres de los granos. Baja presencia de estrías.
	Abrasión madera (2.6)	Plátos de homogeneización rugosa reducidas, morfología plana; zonas de piqueteado residual; sin pulido.	Aspecto general nivelado; fosillas; redondeamiento de granos; microtop. alta grado rugosidad media; microtop. baja inalterada;
3. Procesado Mat. Minerales	Abrasión caliza blanda (3.1)	Plátos de homogeneización rugosa/lisa reducidos, morfología convexa; sin pulido.	Aspecto general nivelado; fosillas; redondeamiento de granos; microtop. alta grado rugosidad media/alta; microtop. baja inalterada.
4. Procesado Mat. Animales	Abrasión concha (4.1)	Plátos de homogeneización lisa, morfología convexa; sin pulido macroscópico.	Aspecto general nivelado; microtop. alta grado rugosidad baja; microtop. baja inalterada; pulido cubriente en el plató.

	<b>Abrasión hueso (4.2)</b>	Platós de homogeneización lisa, morfología convexa; sin pulido macroscópico.	Aspecto general rugoso/nivelado; microtop. alta grado rugosidad media; microtop. baja inalterada; microfracturas en fenocristales; pulido muy leve sobre la cumbre de los granos.
	<b>Limpieza y flexibilización piel animal (4.3)</b>	Platós de homogeneización lisa reducidos, morfología convexa; pulido muy leve en el centro de los platós.	Aspecto general nivelado; microtop. alta grado rugosidad baja; microtop. baja inalterada; pulido cubriente en el plató; aparición de estrías <sup>2</sup> sobre las zonas pulidas y con orientación variable.

Fig. III.4.2. Tabla resumen de la observación de las superficies de desgaste experimentales (*Niveles 1 y 2*). Los parámetros experimentales se especifican en el cap. 3.2.

Notas: <sup>1</sup>Las rascadas aparecen con orientación longitudinal en el caso de los molinos, y en transversal/oblicuo en el caso de las moletas. <sup>2</sup>la aparición de estrías en el procesado de pieles animales se relaciona con la utilización de aditivos abrasivos durante la experimentación (ceniza, ocre).

En primer lugar, el aspecto general de la topografía y la morfología en sección de los platós han resultado ser tributarias esencialmente del tipo de contacto realizado en la experimentación. **Los sistemas de tres cuerpos** (superficie moleta + materia procesada + superficie molino) desarrollan platós de homogeneización de sección plana, excepto en los casos en que la materia procesada presenta cierta dureza como por ej. los granos de cereal (exp.2.1. y 2.2), cuyas superficies resultantes pueden presentar platós de homogeneización rugosa y sección convexa. Este patrón de desgaste se observa sobre todo en el descascarillado de cereales vestidos (exp.2.1), en las primeras etapas de la molienda de cereal (exp. 2.2) y en las zonas de la topografía de los útiles de molienda donde se produce un menor contacto molino-moleta. Como se ha mostrado en el capítulo sobre resultados de la experimentación (Cap. 3.2), la distribución de las superficies de desgaste sobre la cara activa del útil (relación superficies de homogeneización rugosa / lisa; morfología en sección convexa / plana) cambia a través de la secuencia experimental. Además, una vez reavivadas las superficies activas, el ciclo de desgaste vuelve a reiniciarse. Respecto a las áreas de pulido macroscópico, la molienda de materias vegetales como los cereales genera una distribución de las áreas de pulido específicas sobre la topografía del útil (centro y/o laterales de la cara activa).

El procesado de otras materias vegetales mediante un sistema de tres cuerpos genera superficies diferentes respecto a las observadas en procesado de cereales. La aparición de trazas lineales (rascadas) y de zonas de pulido no ha sido documentada de manera conjunta ni en el procesado de lentejas, ni de habas, ni de almendras. Además, la experimentación de estas tres materias vegetales ha generado siempre plataformas de homogeneización de morfología convexa. Se ha podido observar un pulido macroscópico en el caso de la molienda de almendras.

Por el contrario, **los sistemas de dos cuerpos** (superficie activa del útil independiente + materia procesada) generan platós de homogeneización lisa o rugosa pero habitualmente de sección convexa. La ausencia de un tercer cuerpo rocoso (molino o moleta) reduce el desgaste abrasivo sobre los platós en las experimentaciones con el procesado de materias vegetales (exp.2.6), minerales (exp.3.1) y materias de origen animal (exp.4.1, 4.2 y 4.3).

La aparición de pulidos observables a escala macroscópica se relaciona con dos fenómenos diferentes: a) Un contacto abrasivo prolongado en determinadas zonas de la topografía de dos superficies de molienda (molino-moleta) y b) el procesado de materias que contienen grasas,

(como los frutos y la piel animal) las cuales provocan un desgaste de tipo tribo-químico causante de la aparición de pulidos.

En el segundo nivel de análisis centrado en el aspecto de la microtopografía, cabe destacar que el aspecto nivelado de la microtopografía alta y el grado de rugosidad bajo/medio coinciden en las superficies generadas tras el procesado de materias vegetales duras y en estado seco (cereales y madera) y tras la abrasión de materias minerales de dureza considerable (concha y hueso). En el procesado de leguminosas, (lentejas) también han aparecido microfracturas en los fenocristales de la superficie que provocan resultados similares a los detectados en la experimentación de Dubreuil (2002:117). En el caso del procesado de pieles animales, estas dos características de la microtopografía (nivelado y rugosidad baja/media) pueden ser debidas a la realización del trabajo sobre un soporte duro como el suelo. La aparición de estrías sobre la microtopografía es directamente tributaria de la utilización de sustancias abrasivas (ceniza y ocre) durante el procesado de pieles animales. Finalmente, la formación de pulidos observables en el nivel 2 ha sido documentado en varios experimentos (molienda cereales, frutos, habas, abrasión concha y procesado de pieles animales). Una caracterización detallada de estas zonas de pulido (*Niveles 3 y 4 de observación*) nos permitirá aproximarnos al valor diagnóstico de estas zonas de pulido respecto a la materia trabajada sobre los útiles.

Por último, en relación a los equipos de molienda utilizados en la experimentación, estos han mostrado diferencias en los patrones de desgaste en función del tipo de basalto. El molino 3 y la moleta 5, elaborados sobre basalto compacto de grano grueso, han mostrado ritmos de desgaste menos intensos que los equipos formados por útiles en basalto vesicular y grano fino (molinos 1 y 2, moletas 4, 6 y 7). Esto se ha traducido en una menor aparición de platós de homogenización lisa y de zonas pulidas sobre el basalto compacto, por lo que no han podido ser muestreados los ítems experimentales de esta materia prima para los siguientes niveles de observación a escala microscópica.

#### - Resultados series arqueológicas

El análisis integral de molinos y moletas arqueológicas de las cuatro series (cap. 3.3) ha permitido proponer dos grupos generales de artefactos en los que el criterio básico de distinción radica en el gesto técnico de utilización que denotan los útiles a partir de la morfometría y la distribución de las huellas de uso sobre la cara activa. De esta forma, molinos y moletas incluidos en el **G1** muestran evidencias de un trabajo en pareja mediante gestos de vaivén (recíprocos) y/o gestos circulares. Por otra parte, los artefactos incluidos en el **G2** se definen como instrumentos de uso individual dado la ausencia de trazas que indiquen un uso en asociación con otro útil superior o inferior. Los patrones de trazas de uso (*Niveles 1 y 2*) observados en ambos grupos se han resumido de la siguiente forma<sup>1</sup> (Fig.III.4.3).

---

<sup>1</sup> En cada yacimiento existen excepciones con casos especiales diferentes a los patrones generales de la tabla de la fig.III.4.3. Por ello, se debe consultar el capítulo 3.3 para más información.

Descripción de las superficies arqueológicas		
Grupo Arqueofactual	Nivel 1 (Topografía, observación macroscópica) Macrodesgaste	Nivel 2 (Microtopografía, 10-60x) Microdesgaste
G1	<b>G1a</b> (G1a-G1b-G1c): Plató homogeneización que van desde rugosa a lisas; morfología de convexa a plana; zonas de piqueteado concretas (extremos, laterales); zonas de pulido puntuales en algunos casos, y siempre situadas en el centro, laterales o zona de evacuación; presencia de trazas lineales ocasionales (rascadas y alineamiento de vesículas y/o fosillas de piqueteado).	<b>Patrón P1a:</b> Aspecto general nivelado; microtopografía alta grado rugosidad bajo/medio; microtop. baja inalterada; microfracturas y desprendimiento de grano; pulido leve en la cumbre de granos; presencia ocasional de estrías.
	<b>G1d:</b> Igual que G1a + Superficies de percusión formadas por fosillas de piqueteado.	<b>Patrón P1d:</b> P1a + zonas de aspecto general rugoso, microtopografía alta grado rugosidad alto; microtop. baja inalterada.
G2	<b>G2b:</b> Platós de homogeneización lisa muy extensas; morfología plana; zonas de piqueteado reducidas; zonas de pulido con distribución variable (algunos casos muy extensas).	<b>Patrón P2b:</b> Aspecto general nivelado; microtopografía alta grado rugosidad bajo; microtop. baja inalterada; pulido leve/intenso en la cumbre de granos. No se observan estrías.
	<b>G2c:</b> Platós de homogeneización rugosa, morfología indet.; zonas de piqueteado; sin pulido.	<b>Patrón P2c:</b> Aspecto general rugoso, microtopografía alta grado rugosidad alto; microtop. baja inalterada. No se observan estrías.

Fig.III.4.3. Tabla resumen de la observación de las superficies de desgaste arqueológicas (Niveles 1 y 2).

Los patrones de trazas de uso observados a bajos aumentos (niveles 1 y 2) presentan una serie de características comunes en los cuatro yacimientos estudiados aunque existen variaciones en algunos grupos. Un caso notable es el conjunto de molinos sobre caliza de Jerf el Ahmar donde la variabilidad morfológica de las caras activas y de los modos de funcionamiento han generado características propias de este conjunto respecto al resto de series, como por ejemplo: el desgaste asimétrico de las caras activas, la proliferación de extremos de evacuación del producto en la cara activa (denominada como "*ouverture en bout*" según Nierle, 1983) y la reiterada reutilización de los molinos como morteros (Grupo 1d N=51).

En cambio, en contraposición a la variedad cinegética (modos de funcionamiento) observada en el yacimiento PPNA de Jerf el Ahmar, cabe destacar que todos lo útiles de la serie de Tell Arqa, yacimiento de la Edad del Bronce Antiguo, se incluyen en el G1a (N=215, trabajo en pareja, movimiento de vaivén).

En conjunto, los ítems con patrones de trazas de uso vinculados al **grupo artefactual G1** (tipos 1a, 1b, 1c y 1d) se vinculan principalmente a tareas de procesado de cereales (molienda y posiblemente también descascarillado) como función principal, si bien hay indicios que señalan un posible uso multifuncionalidad<sup>2</sup> de este grupo en la molienda de otras materias vegetales en estado seco (por ej. leguminosas y especies) en los yacimientos precerámicos (Jerf el Ahmar, Aswad y Halula). El grupo artefactual G1 en Tell Arqa, en cambio, se vincula directamente con el procesado de cereales según indica el contexto espacial en el que fueron hallados estos implementos, así como los patrones de trazas de uso observados.

<sup>2</sup> Nos referimos a la documentación arqueobotánica de los tres asentamientos del Neolítico precerámico (Jerf el Ahmar, Aswad y Halula), en la que aparecen especies susceptibles de ser procesadas con el instrumental de molienda (así lo señalan también referencias etnográficas como Roux 1985, Hayden 1987, David 1996, Hamon 2013).



Por otro lado, el **grupo artefactual G2**, documentado en los yacimientos precerámicos de Tell Aswad y Tell Halula (Fig. III.4.4), presenta trazas de haber funcionado de manera independiente (sin otro útil de molienda asociado) y parece haber participado en una amplia gama de procesamiento de materias variadas (vegetales, minerales y animales). En el caso de los **molinos G2** con un patrón de desgaste macroscópico tipo **G2b**, con zonas de pulidos extensas y distribuciones irregulares en la cara activa de los útiles, indican usos variados relacionados con el procesamiento de materias minerales (por ej. rocas blandas), vegetales (por ej. tejidos) o animales (por ej. hueso, concha). Finalmente, el patrón macroscópico **G2c** presenta unas características más variables, con platós de homogeneización rugosa de extensión reducida y morfología indeterminada, ocasionalmente zonas de piqueteado que sí indican una preparación de la superficie, pero sin asociación clara a pulidos ni a trazas lineales.

En el caso de las **moletas** del grupo artefactual **G2**, estas destacan por la presencia de pulidos cubrientes desarrollados sobre plataformas de homogeneización de sección muy plana y que no se asocian con fosillas de piqueteado (ni manufactura ni reavivado). Las características de estos pulidos no pueden asociarse con el trabajo en pareja (la distribución es muy cubriente por toda la superficie y no se encontraría el mismo caso en las áreas de máximo contacto molino-moleta, como las moletas G1). Según nuestro referente experimental (cap. 3.2, y también en Bofill & Taha 2013), así como en los resultados experimentales de Dubreuil (Dubreuil 2002:190; Dubreuil & Grosnan 2009) este tipo de pulido macroscópico en moletas, (útiles percutores) se asocia de forma recurrente al trabajo de la piel animal, ya sea en tareas de limpieza y/o flexibilización en las que pueden ser utilizados implementos macrolíticos de rocas de grano medio/grueso o de textura abrasiva como el basalto vesicular. En estas superficies también es posible observar otro rasgo característico como sería el caso de la presencia de estrías cortas y dispersas sobre las zonas de máximo nivelado y pulido. A diferencia de lo observado en los referentes experimentales, diversas moletas (especialmente en moletas fracturadas de Tell Halula, y algunas enteras de Tell Aswad) con este patrón de pulidos aparecen sobre platós de morfología en sección plana, en lugar de convexa como pudimos documentar en el experimento nº 4.3 sobre el trabajo de la piel animal (Fig. III.4.2). Los platós de morfología plana se vinculan normalmente a un tipo de contacto de tres cuerpos, en los que la fricción entre la superficie de los dos útiles de molienda genera el desgaste suficiente para arrasar y aplanar dichos platós de homogeneización sobre las caras activas. Este hecho, unido a la morfología general de estas moletas, todas ellas de planta lenticular, sección plano-convexa y con trazas de manufactura en el reverso y contorno, hacen pensar que se trata en numerosas ocasiones de **moletas de cereales reutilizadas** (post-fractura en casi todos los casos) para ser utilizadas **en el procesamiento de pieles animales**.

Grupo Artefactual	Nivel 1 Patrón macrodesgaste	Nº de ítems / Yacimiento			
		Jerf el Ahmar	Tell Aswad	Tell Halula	Tell Arqa
G1	G1a (G1a-G1b-G1c)	248	22	68	215
	G1d	51			
G2	G2b		12	12	
	G2c		15	6	
	G2 indet			4	

Fig.III.4.4. Resultado del análisis de los patrones de macrodesgaste en los útiles de molienda de Jerf el Ahmar, tell Aswad, tell Halula y tell Arqa. La descripción de los patrones se indica en la fig. III.4.3.

A continuación, los dos grupos artefactuales G1 y G2 han sido muestreados para los siguientes niveles de análisis. Las muestras fueron extraídas de diversas zonas de las superficies activas y de las zonas de presión en los reversos de los útiles. Sin embargo, con el objetivo de aproximarnos a la materia trabajada sobre las superficies arqueológicas estudiadas, el énfasis se ha puesto en el análisis de las **superficies pulidas**.

### *Nivel 3. Caracterización macroscópica de superficies pulidas*

#### *3.1 Microscopía óptica (metalográfico)*

##### - Resultados muestras experimentales

Un conjunto de 14 muestras experimentales han sido descritas mediante el microscopio metalográfico. Los parámetros experimentales que guiaron el programa experimental son expuestos en el capítulo 2.5 (apartado 2.5.4) y los resultados en el cap. 3.2. La descripción general de las trazas observadas en esta escala de análisis se presenta de manera sintetizada en la figura III.4.5.

			Secuencia experimental				
			Molino Vs moleta	Procesado cereal	Procesado almendra	Procesado habas	Trabajo piel (con ocre, ceniza)
Nivel 3.1 Microscopio metalográfico (50-200x)	Microtopografía	Arrasamiento asperezas	x	X			
		Platós abombados			x	X	X
	Pulido	Presencia y distribución del pulido	Cubriente	Cubriente	Cubriente	Localizada	Localizada
		Morfología	Puntos	Playa/puntos	Playa	Playa	Playa
		Incidencia	Microt. alta	Microt. alta	Microt. alta/baja	Microt. alta	Microt. alta
		Brillo	Bajo	Medio/Alto	Alto	Medio/Alto	Medio/Alto
	Textura Pulido	<i>Micropitted</i>		X			
		<i>Serrated</i>	x	X			
		<i>Deposit</i>			x	x	X
		<i>Micropitted/Deposit</i>		x <sup>1</sup>			
	Trazas lineales	Orient. Paralela	x	X			X
		Orient. Aleatoria					X

Fig. III.4.5. Resultados observación mediante microscopía óptica (metalográfico, nivel 3.1) de muestras experimentales. <sup>1</sup>= observación de pulido *micropitted/deposit* a partir de 12h de trabajo.

Tal y como se observa en la figuras III.4.5 y 3.4.5 (Nivel 3.1), la utilización del microscopio metalográfico (aumentos 50-200x) permite realizar descripciones ópticas detalladas sobre el estado de la microtopografía, la presencia de trazas lineales y, sobre todo, la caracterización de las superficies pulidas. De esta manera, es posible distinguir dos grupos de secuencias experimentales asociadas al procesamiento de materias concretas, los cuales han generado sobre las superficies de los útiles experimentales dos tipos diferenciados de texturas de pulido:

- Procesado con equipo de molienda en pareja de materias duras, en estado seco y sin contenido en grasas/aceites (molino Vs moleta; molienda de cereales desnudos y vestidos): Aparición de texturas de pulido tipo *micropitted* y *serrado* (Fig. 3.4.5 E-1, E-15 y E-13).

-Procesado con equipo de molienda en pareja o útil independiente de materias blandas, en estado húmedo (ej. Piel animal) y alto contenido en grasas o aceites (trabajo piel animal; procesamiento de frutos tipo almendras): Aparición de texturas de pulido tipo *deposit* (Fig. 3.4.5 E-6, E-7 y E-9).

El tipo de pulido *micropitted* se define como una textura granular que se extiende sobre un relativo amplio espacio de la microtopografía de la superficie en forma de pequeños puntos conectados (patrón reticular). Tal caracterización del pulido resulta muy próxima a la propuesta por Verbaas y Van Gijn (2007) sobre útiles de molienda de yacimientos neolíticos LBK e interpretados como útiles de molienda de cereal. En ocasiones también se observa su formación a modo de "playas" de pulido micro-punteado, sobre todo en muestras cuya microtopografía ha sido altamente nivelada por abrasión. Se ha observado como la intensidad

del brillo en las muestras de este tipo de pulido es equivalente a la intensidad de la fricción que ha experimentado la superficie. Aparecen trazas lineales (estrías de <0.5mm de anchura) cruzando las zonas de pulido *micropitted* en algunas muestras (Fig.3.4.5 E-1).

Por su parte, el tipo *deposit* se define como una textura de pulido de aspecto abombado que, a modo de hipótesis, su aparición podría deberse a un proceso de retención de residuos sobre la superficie (proceso físico-químico). Esto respondería al aspecto "aditivo" que también presentan las muestras con este tipo de pulido (Fig.3.4.5 E-7 y E-9).

Las muestras descritas como pulido *serrado* han sido observadas en la preparación de las superficies activas de molinos y moletas (abrasión entre superficies) y tras largas secuencias de molienda de cereal (a partir de 12h). En estas últimas, se trata de muestras de pulido con una textura general del tipo *micropitted*, pero que en determinados puntos aparecen zonas pulidas aparentemente relacionadas con procesos de fricción entre la superficie de la moleta y la superficie del molino (roca-contra-roca) (Fig.3.4.5 E-13).

#### - Resultados muestras arqueológicas

Se han descrito un conjunto de 54 muestras sobre útiles arqueológicos de las cuatro series arqueológicas mediante el microscopio metalográfico. Como se apuntaba previamente, en el análisis microscópico nos hemos centrado en la caracterización de una única materia prima, el basalto, por lo que el yacimiento de Jerf el Ahmar con menor número de ítems con esta materia ha sido excluido en esta parte del análisis. En este punto, es importante destacar que la utilización de basaltos procedentes de afloramientos cercanos a los yacimientos estudiados para llevar a cabo la experimentación (cap. 3.1) ha demostrado que la homogeneidad en términos de materia prima es básica para poder realizar análisis de los pulidos de uso sobre artefactos arqueológicos. De esta forma se han podido identificar, entre las muestras arqueológicas, los dos tipos de textura de pulido definidos a partir de las muestras experimentales: el tipo *micropitted* y el tipo *deposit* (Fig. III.4.6).

Grupo Arqueológico	Útil	Nivel 3.1 Pulido (microscopio metalográfico)			
		Textura			
		<i>Micropitted</i>	<i>Serrated</i>	<i>Deposit</i>	<i>Micropitted/Deposit</i>
G1	Molinos	X	X		
	Moletas	X	X		X <sup>1</sup>
G2	Molinos			X	X
	Moletas			X	X
Fracturados	Moletas	X		X	X

Fig. III.4.6. Resultados de la observación mediante microscopía metalográfica (Nivel 3.1) de los pulidos sobre muestras arqueológicas. <sup>1</sup>=Posibles ejemplos de reutilización de moletas de cereal para el procesado de otras materias.

En términos cualitativos, los dos tipos de pulido *micropitted* y *deposit*, cada uno de los cuales se asocia experimentalmente a materias trabajadas distintas, han sido observados de forma alternativa en cada uno de los dos grupos arqueológicos definidos para los molinos y moletas

arqueológicos, el G1 y el G2 (ver apartado anterior, Nivel 1 y 2 de observación). Sobre muestras de molinos y moletas del grupo G1, aparecen documentados pulidos con texturas *micropitted* y *serrated*. Diversos casos de moletas de este grupo se asocian con el tipo de textura mixta *micropitted-deposit*, que a priori interpretamos como un posible caso de reutilización de moletas de cereal para otros usos secundarios.

La repartición de estos resultados, según la procedencia de las muestras, ofrece un primer balance sobre la presencia de pulidos diagnósticos de las materias trabajadas en cada uno de los tres yacimientos estudiados en este nivel de análisis (Fig.III.4.7).

SERIE	Textura pulido	<i>Micropitted</i>	<i>Micropitted/deposit</i>	<i>Deposit</i>
ASWAD	Molinos	5	2	1
	Moletas	8	1	2
HALULA	Molinos	5	1	1
	Moletas	3	2	3
ARQA	Molinos	3	0	0
	Moletas	2	1	0
<i>Total</i>		26	7	7

Fig. III.4.7. Relación entre texturas de pulido y procedencia de las muestras arqueológicas.

De este modo, los dos tipos principales de textura de pulido (*micropitted* y *deposit*) han sido ampliamente detectados en las tres series arqueológicas. En tell Aswad y tell Halula, el tipo *micropitted* aparece en numerosas muestras y, especialmente, sobre platós planos con un grado alto de nivelado de las asperezas (ej. Fig.3.4.6 AW5). En cambio, el tipo *deposit* ha sido observado en un menor número de superficies en ambos yacimientos y, en este caso, se encuentra frecuentemente asociado a muestras de moletas con platós convexos y una intensidad del brillo más alta (ej. Fig.3.4.6 AW9, HL5-M1). Un tercer tipo combinado *micropitted/deposit* se documenta sobre platós altamente nivelados con una textura mayoritariamente de tipo *micropitted*, aunque con pequeñas áreas donde se identifica el tipo *deposit* (ej. Fig. 3.4.6 AW8). Este grupo se relaciona probablemente con casos de usos secundarios o de útiles multifuncionales. Finalmente, cabe destacar que las muestras procedentes de tell Arqa representan el grupo más homogéneo: el tipo *micropitted* es detectado en casi la totalidad de las muestras (ej. Fig.3.4.6 AR-29-M1).

### 3.2. Microscopía confocal

A partir de aquí, las muestras experimentales y arqueológicas son analizadas conjuntamente para avanzar en el análisis funcional. El procesado de datos topográficos a través de diversos parámetros descriptivos del relieve de las superficies son presentados en primer lugar de forma individual y, finalmente, se lleva cabo un análisis integral de los resultados.

- Visualización de topografías 3D y extracción de perfiles

Un primer paso tras la medición de superficies con el microscopio confocal ha sido generar la visualización 3D de las superficies y la extracción de perfiles transversales o longitudinales (Fig.3.4.4). La observación de la superficie en 3D y la obtención de perfiles de la topografía permiten afinar su descripción según criterios cualitativos como, por ejemplo, el establecimiento del grado de rugosidad de la microtopografía.

- Área portante (*Bearing area*)

El parámetro de la curva de Abbot o área portante (*aire de portance* en francés, y *bearing area* en inglés) es utilizado en traceología para determinar el grado de desgaste de las superficies (Anderson *et al.*, 1998; Procopiou *et al.*, 1998; Vargiolu, 2008). La fricción entre dos superficies incrementa el área portante debido a que la fricción causa el arrasamiento de los puntos más altos (picos) creando, de este modo, platós (superficies aplanadas). Para medir el área portante se realiza un corte horizontal a través de la superficie y se determinan áreas elementales marcadas por este plano. La altura del 5% ha sido establecida como el nivel más diagnóstico para reflejar el grado de desgaste de la superficie (Fig. III.4.8).

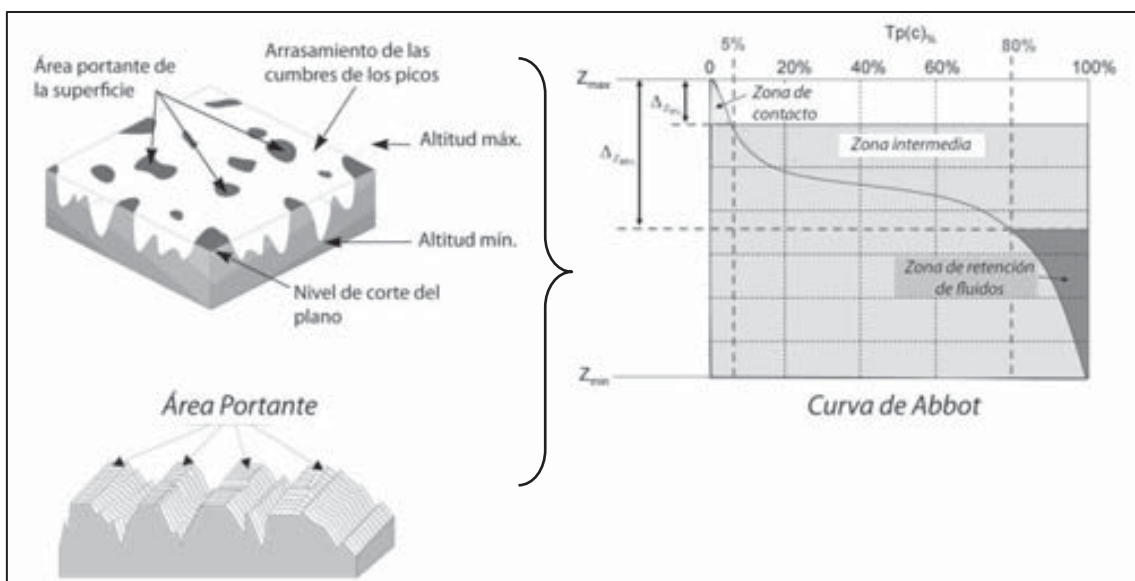


Fig. III.4.8. Esquema explicativo del parámetro Curva de Abbot o cálculo del Área Portante (a partir de Vargiolu, 2008)

El primer test utilizando el parámetro del área portante ha permitido comprobar en primera instancia que las superficies generadas durante la experimentación han alcanzado grados de desgaste similares a los que presentan las superficies arqueológicas. Este primer paso resulta clave para controlar las variables **materia prima** y **duración de la secuencia laboral** dado que la aparición de las trazas de uso sobre las superficies líticas varía según el tipo de roca y el tiempo de ejecución del trabajo.

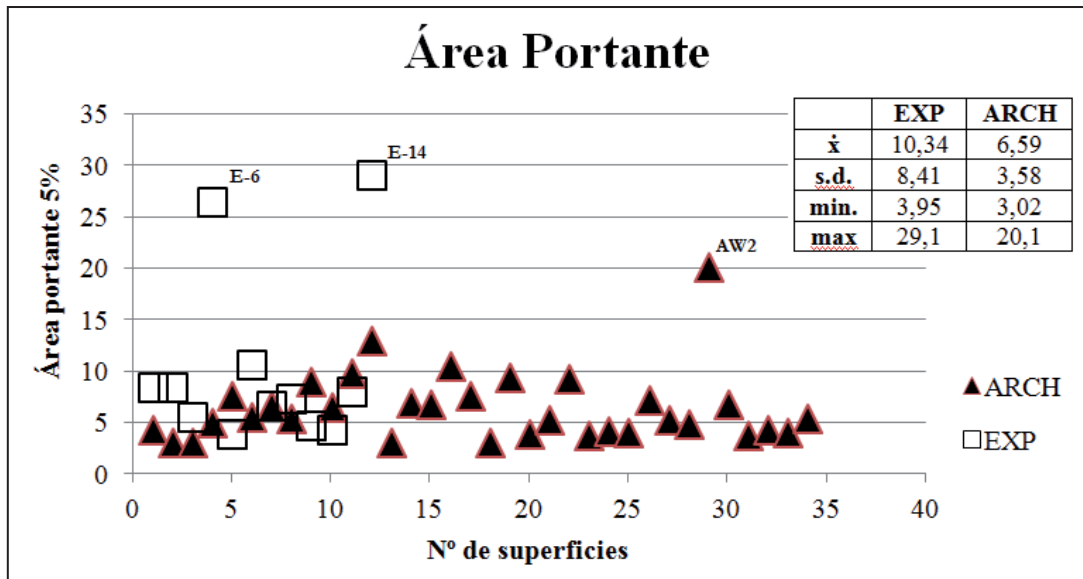


Fig. III.4.9. Resultados del área portante al 5% en las superficies arqueológicas y en las superficies experimentales analizadas.

Los valores relativos al área portante al 5% de las muestras experimentales y arqueológicas son presentados en la figura III.4.9. A pesar de la variabilidad obtenida en las muestras experimentales, mayor que en las muestras arqueológicas, los valores medios se encuentran bastante próximos entre sí. Por consiguiente, consideramos que ambas series pueden ser comparadas estadísticamente con el objetivo de relacionar el proceso de formación de las trazas de uso observadas sobre ellas. De toda la serie, dos muestras experimentales y una arqueológica han mostrado valores alejados del resto del grupo de superficies analizadas. La muestra E-6 corresponde con una moleta experimental utilizada en la flexibilización de piel animal seca con la ayuda de ceniza, mientras que la muestra E-14 fue extraída de otra moleta experimental en la que fue friccionada contra un molino para desarrollar un proceso de abrasión roca-contra-roca. Por este motivo, un fuerte contacto con una materia mineral ha podido ser la causa de los altos valores de H5% que ambas superficies presentan. Por otro lado, la muestra arqueológica AW2 procede de un ítem sobre basalto altamente vesicular, por lo que su porosidad ha podido afectar la estimación del área portante.

Basándonos en la premisa de que el uso de un artefacto en el procesado de materias diversas altera de manera significativa el aspecto microtopográfico de su superficie laboral, se presenta a continuación el cálculo de parámetros que permitan cuantificar la signatura de cada uno de esos procesos de trabajo sobre las superficies pulidas analizadas.

- Parámetros para la cuantificación de la Ley de la Distribución de Alturas (SPsK y SPeK)

En metrología de superficies, el **parámetro SPsK** (*Skewness*=asimetría) indica la asimetría de la distribución de las alturas en relación a un plano medio, por lo que es considerado como un indicador de la repartición del número de picos y valles sobre la superficie analizada. De esta forma, si el valor de SPsK es positivo, existen más picos que valles sobre la superficie; en cambio, si el valor de SPsK es negativo, la repartición es a la inversa. En el caso de obtenerse un valor SPsK=0, existiría una igualdad entre el número de picos y valles (Fig.III.4.10).

En cuanto al **parámetro SPeK** (*Kurtosis*=curtosis), éste indica la finura o el aplastamiento de la distribución de las alturas de la superficie, por lo que funciona como indicador de la repartición de la materia alrededor de un plano medio. Si se considera su definición estadística, el parámetro SPeK es normalizado al valor de 3 cuando la distribución es normal, es decir, cuando  $SPeK=3$ , existe la misma cantidad de materia por encima que por debajo del plano medio. Si SPeK es superior a 3, la distribución de las alturas se sitúa en torno al plano medio, lo cual indica un aplanamiento de la superficie. Por último, si SPeK es inferior a 3, la distribución se ensancha a lo largo del plano medio, lo cual significa la aparición de relieve (Fig.III.4.10).


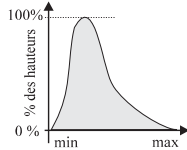

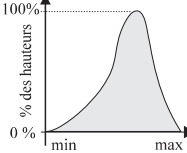

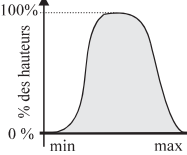

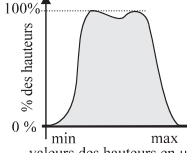
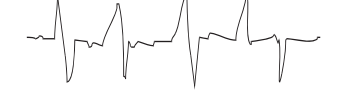
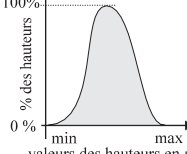
Aspecto del perfil de la superficie	Distribución de las alturas	Criterios
		$SPsk < 0$
		$SPsk > 0$
		$SPsk = 0$ $SPeK = 3$
		$SPeK < 3$
		$SPeK > 3$

Fig. III.4.10. Tabla-resumen de la definición estadística de los parámetros SPsK y SPeK (modificado a partir de Vargiolu, 2008)

De forma análoga a lo observado en el parámetro del área portante, la comparación entre los valores de SPsK y SPeK de superficies experimentales y arqueológicas muestra resultados muy semejantes (Fig. III.4.11). En general, excepto un caso arqueológico de valor SPsK positivo, tanto las superficies experimentales como las arqueológicas muestran valores negativos de este parámetro, por lo que se trata de superficies con mayor presencia de valles que de picos (mayor desgaste).



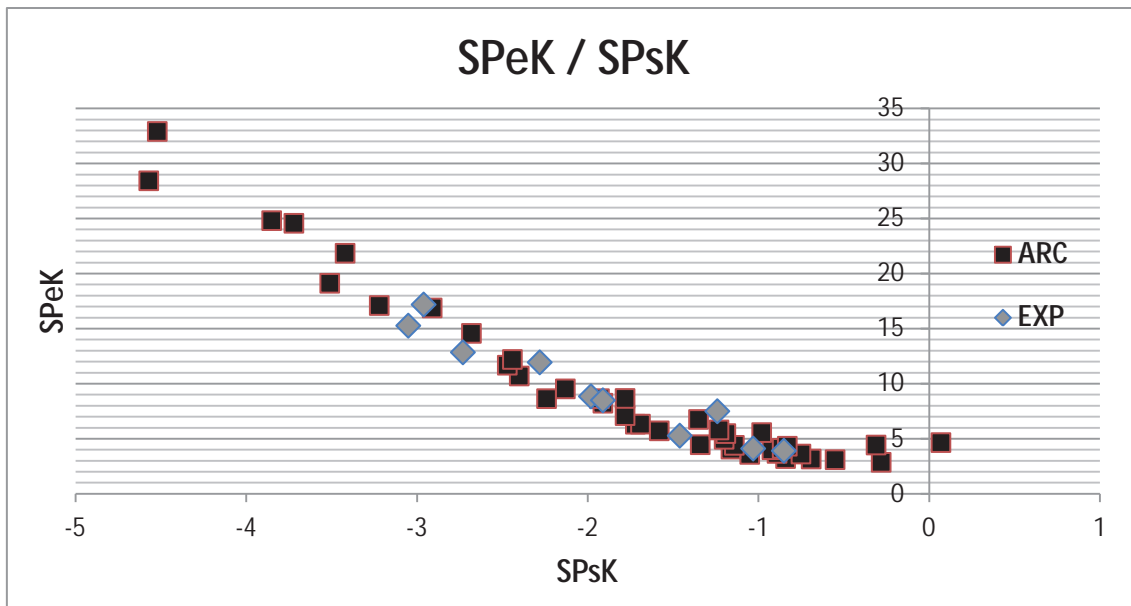


Fig. III.4.11. Relación SPsK y SPeK sobre las muestras experimentales y arqueológicas analizadas.

Por otra parte, al comparar los valores SPsK y SPeK de los pulidos arqueológicos en términos de textura aparece una leve diferenciación entre los tres tipos descritos previamente a nivel cualitativo: *micropitted*, *micropitted/deposit* y *deposit* (Fig. III.4.12). Los coeficientes estadísticos calculados señalan que el parámetro SPsK no permite diferenciar con claridad en términos de asimetría de la superficie entre los tres tipos de textura de pulido. Por lo tanto, descartamos el parámetro descriptivo SPsK para la caracterización de los tipos de pulidos observados.

		TEXTURAS DE PULIDO (ARQ)		
		<i>Micropitted</i>	<i>Deposit</i>	<i>Micropitted/Deposit</i>
SPsK	$\bar{x}$	-1,90	-1,23	-1,91
	s.d.	1,23	0,57	1,13
	min.	-4,57	-2,24	-3,72
	max	0,07	-0,55	-0,84
SPeK	$\bar{x}$	10,48	5,43	9,36
	s.d.	7,41	2,13	7,80
	min.	2,87	3,11	3,21
	max	28,44	8,65	24,58

Fig. III.4.12. Estadística univariante de los valores de SPsK y SPeK sobre muestras arqueológicas de los tres tipos de tipos textura de pulido identificados.

Por otro lado, tomando como descriptor físico independiente el parámetro SPeK, entre las tres categorías de textura de pulido, el *micropitted* muestra la media más alta (10,48) seguida de la categoría mixta *micropitted/deposit* ligeramente más baja (9,36) y, finalmente, la textura tipo *deposit* es la categoría con la media más baja. Estas tendencias indican en términos generales que las superficies con el tipo de textura *micropitted* son más aplanadas que las que presentan el tipo *deposit*.

De acuerdo con los datos experimentales, el procesado de cereales crea un mayor plató en la microtopografía que el procesado de frutos tipo almendras, tal como se expone en los resultados de SPek (Fig. III.4.13). Las almendras son un fruto rico en ácidos grasos, los cuales formarían durante la molienda un film continuo y homogéneo que protege la superficie del útil ante el desgaste (Fig. III.4.13 E-9). El procesado de cereales, por el contrario, crea un film discontinuo, ya que el contacto entre las superficies del molino y de la moleta es constante y más abrasivo<sup>3</sup>. Entre las muestras arqueológicas, se observa que las dos muestras de tell Arqa (Fig. III.4.13 qAR14, hAR2) muestran unos valores SPek muy próximos a los obtenidos en las muestras experimentales de molienda de cereal (III.4.13 qE-16Ba, qE-2Ba). Tal como se presenta en el capítulo de presentación de los yacimientos (cap.1.4.3), las muestras de tell Arqa proceden de un contexto arqueológico de la Edad del Bronce vinculado estrechamente con el procesado de cereales.

En el caso de las muestras con el tipo de pulido *deposit*, como por ej. hAW9 y hAW2 (Fig. III.4.13), éstas tienden a presentar valores más bajos de SPek, de forma análoga a los resultados obtenidos en las muestras experimentales hE-9Al (procesado de almendras) y hE-6HA (procesado de pieles animales con cenizas). Finalmente, se ha comprobado que no existen diferencias claras en términos de nivelado / aplastamiento (*flatness*) entre las muestras extraídas de moletas (muestras con prefijo h-) y las extraídas de molinos (muestras con prefijo q-).

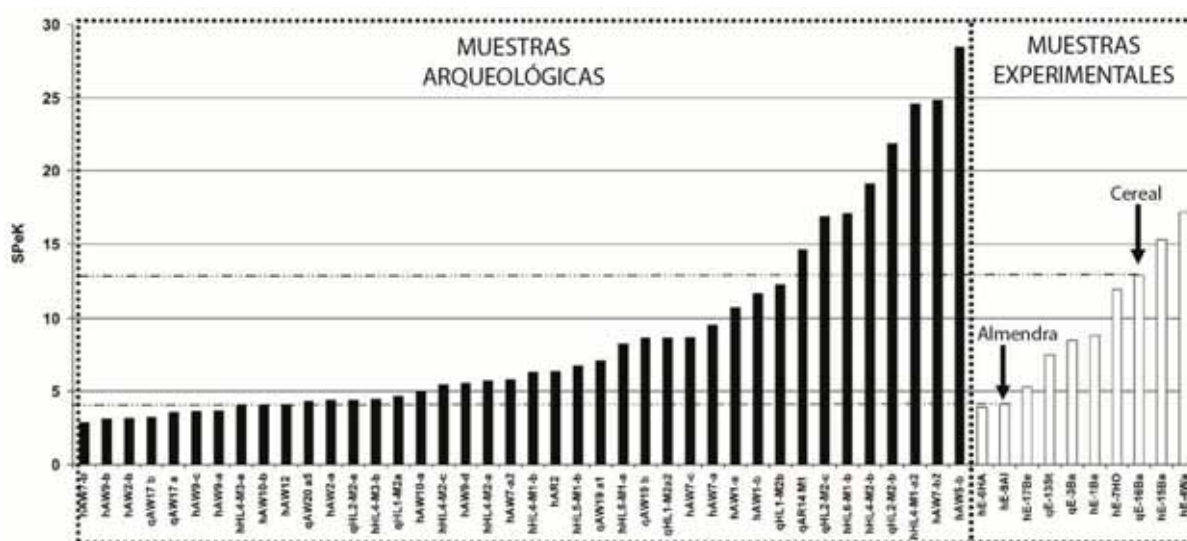


Fig III.4.13. Resultado del cálculo de los valores de SPek en muestras experimentales y arqueológicas. Las líneas de puntos indican algunas relaciones entre los valores SPek de muestras de ambas naturalezas. Los prefijos h- (*handstone*=moleta) y q- (*quern*=molino) indican el tipo de útil. En las muestras arqueológicas el nombre del yacimiento ha sido abreviado: AW= tell Aswad, HL= tell Halula y AR= tell Arqa. En las muestras experimentales, los siguientes sufijos señalan la materia procesada: Ba (*Barley H. vulgare*=cebada), Wa (*Wheat T. aestivum*=trigo), Al (*Almond*=almendras), Be (*Bean*=haba), St (*Stone against Stone*=roca contra roca), HA (*Hide with Ashes*=piel animal con cenizas) y HO (*Hide with Ochre*=piel animal con ocre).

<sup>3</sup> Una primera presentación de resultados de esta parte del análisis ha sido presentado en el coloquio *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux, XXXIII rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*; ver Bofill *et al.* (2013).

## Nivel 4. Caracterización microscópica de superficies pulidas

### 4.1. Interferometría

A pesar de que la obtención de los datos difiere entre la técnica de la microscopía confocal y la interferometría (ver apartado más arriba *Técnicas de observación*), el resultado obtenido adopta el mismo formato de visualización 3D de la superficie (Fig.3.4.4) y la posibilidad de cálculo de parámetros estadísticos sobre las mismas también se realiza con el software Topo®. La principal ventaja del interferómetro es su elevada resolución (2nm), ya que el análisis de superficies pulidas se puede focalizar en las mediciones sobre el relieve de los platos pulidos.

#### - Método 2D de transformación de ondículas continuas

Las primeras aplicaciones de este tipo de análisis sobre problemáticas arqueológicas han sido llevadas a cabo por el equipo del LTDS (Procopiou *et al.*,2011; Vargiolu, 2008; Astruc *et al.*, 2001). Se trata de un método basado en la transformada de Fourier, es decir, en el análisis de una señal utilizando el aspecto frecuencial de la misma. El análisis espectral de una superficie por medio de la transformada de Fourier descompone de forma canónica la señal en combinaciones lineales de ondas elementales que componen la superficie (Fig.III.4.14). Esta transformación permite describir la repartición de los componentes frecuenciales de la señal de la superficie  $z(x,y)$  sin que se deba informar de su localización espacial. La señal tridimensional  $z(x,y)$  que traduce la distribución de las alturas de la topografía de una superficie contiene, en general, una serie de componentes de longitudes de onda y de amplitudes diferentes:  $Z(x,y) = f(\lambda_1, \lambda_2)$  en las que  $\lambda_1, \lambda_2$  dependerán de las condiciones del muestreo.

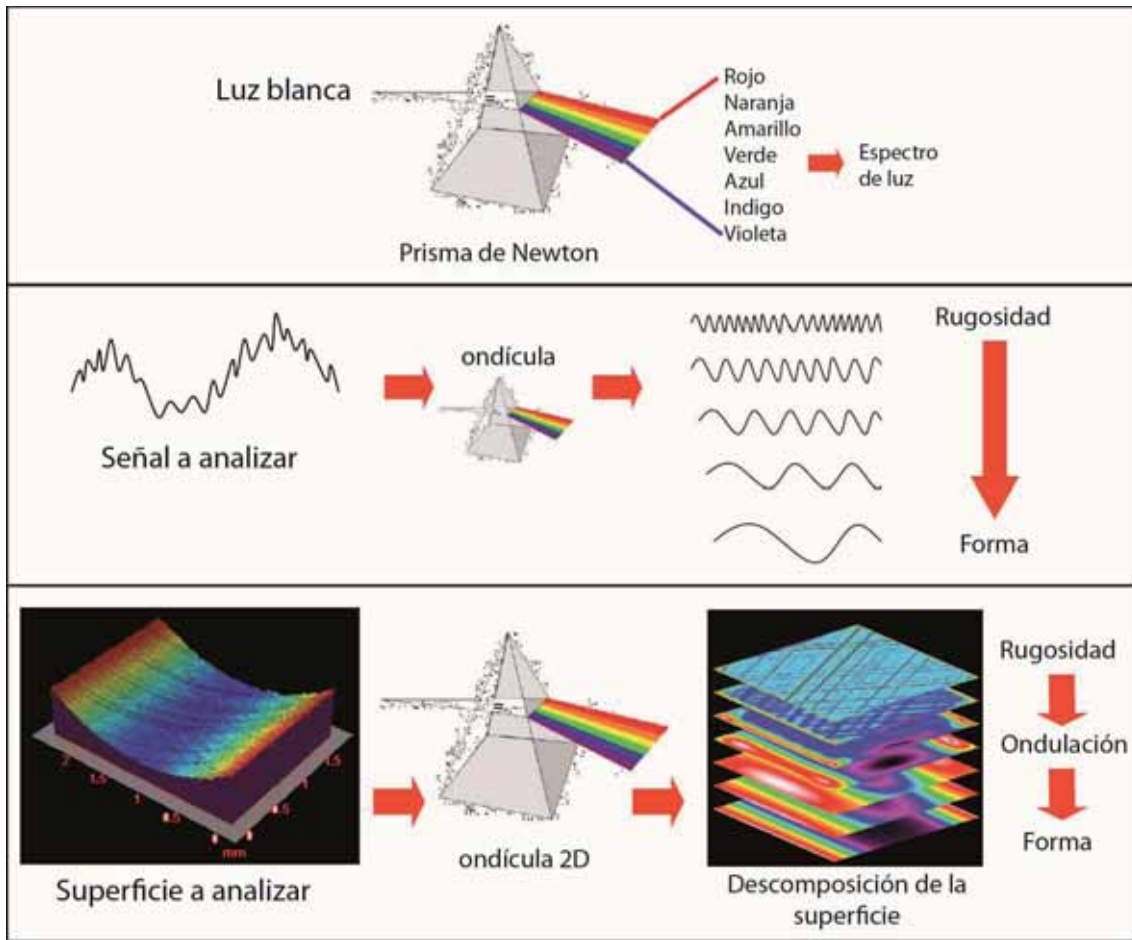


Fig.III.4.14. Descomposición de una señal por medio de ondículas, en comparación con el prisma de Newton (arriba, centro), y principio de descomposición mul-escala de una superficie (abajo) (Vargiolu,2008)

En el estudio de las transformaciones geométricas del estado de las superficies inducidas por los mecanismos de desgaste relacionados con la utilización o la fabricación de un objeto, han sido recientemente desarrollados instrumentos matemáticos que permiten estudiar la signatura multi-escala que genera el desgaste (Vargiolu 2008). Para ello, la teoría de las ondículas continuas permite realizar una verdadera descomposición multi-resolución de la señal topográfica y cuantificar así sus componentes (Procopiou *et al.* 2011).

Uno de los instrumentos de caracterización es el **coeficiente SMA**, el cual representa la media aritmética de todas las escalas de la superficie (Figura III.4.15). Este tipo de test permite observar diversas facetas del proceso de desgaste reflejadas en la forma, la ondulación y la rugosidad de la superficie. De esta manera, centrándonos en el análisis del pulido sobre las superficies arqueológicas, se han calculado los valores de SMA relativas a las longitudes de onda correspondientes a la rugosidad (parte izquierda de los gráficos III.4.15 y III.4.16).

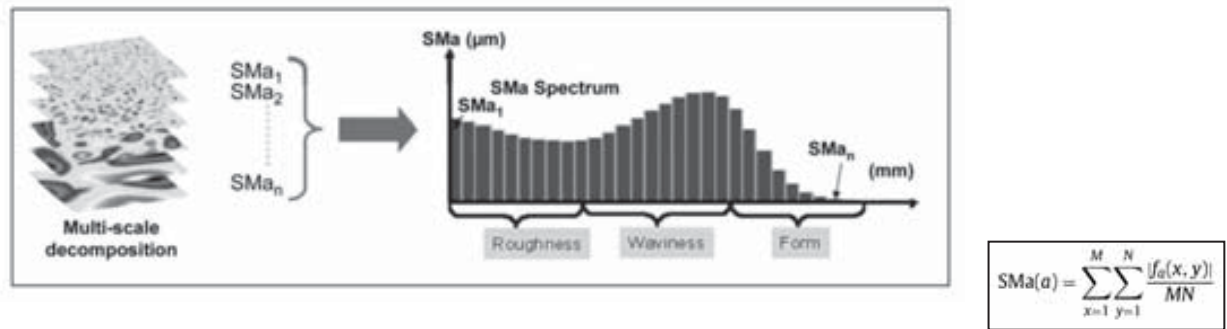


Fig. III.4.15. Representación esquemática del coeficiente SMA de una superficie a partir de su descomposición multi-escala. Fórmula del coeficiente SMA.

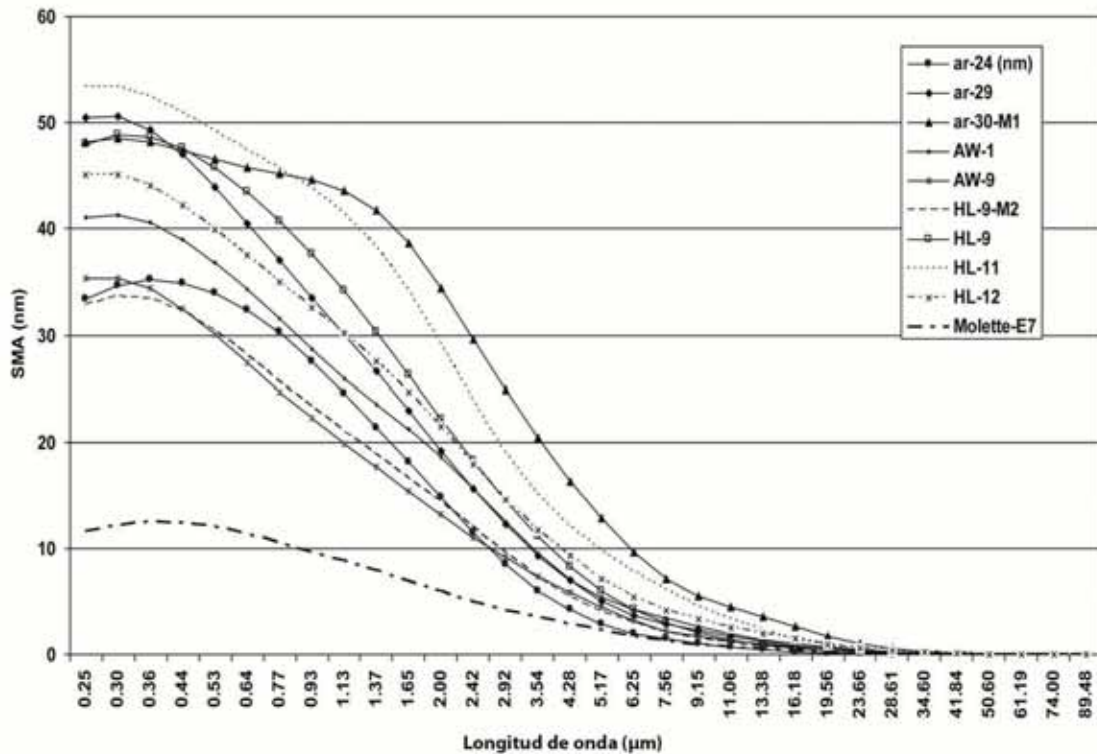


Fig. III.4.16. Resultado del coeficiente SMA sobre 8 muestras arqueológicas (AW= tell Aswad, HL= tell Halula y AR= tell Arqa), y una muestra experimental (*molette* E-7, moleta utilizada en el procesado de pieles animales, 2h). Tal como se indica en la fig. III.4.15., la parte izquierda del gráfico corresponde con la signatura de la rugosidad de la superficie.

En el gráfico de la figura III.4.16, se muestra el coeficiente de SMA correspondiente a las longitudes de onda relacionadas con la rugosidad de la superficie de 8 muestras arqueológicas y una experimental (procesado de piel animal) ordenándolas de la más rugosa a la más alisada. Las muestras AW9 y HL9-M2 tienen casi la misma signatura y ambas constituyen las muestras de pulido arqueológico con el mayor grado de alisamiento superficial. AW9 es una moleta que presenta el tipo de textura *deposit* (Fig.3.4.6 AW9), mientras que HL9-M2 (Fig.3.4.7) corresponde a la zona de presión (reverso) de una moleta, zona en la que la mano del operador genera un pulido grasoso similar al observado en las muestras de textura *deposit*. Sin embargo, la superficie con mayor grado de desgaste o, en otras palabras, mayor grado de

alisamiento es la muestra experimental producida por el procesado de pieles animales con ocre (Fig. 3.4.5 E-7, correspondiente al tipo *deposit*).

En el bando contrario, las muestras AR30-M1 y HL11 han demostrado ser los pulidos de textura más rugosa mediante la aplicación del coeficiente SMA. La muestra de tell Arqa (AR30-M1), observada bajo el microscopio metalográfico, presenta una combinación de texturas de pulido serrada y *micropitted* que, a nivel experimental, hemos asociado claramente al trabajo en pareja de dos útiles de molienda de cereal. Finalmente, la muestra de tell Halula, HL11 (ítem HL-2H-2051) procede de la parte central de un molino tipo 1 sobre el que se han observado zonas de pulido *micropitted* (Fig.3.4.7 HL-11).

#### 4.2. Caracterización química de los pulidos (Microscopio Electrónico de Barrido, SEM-EDX)

Un primer test utilizando el microscopio electrónico de barrido con difractor de rayos X ha permitido, en primer lugar, comprobar la viabilidad de este tipo de análisis sobre superficies de abrasión en basalto. La irregularidad superficial que podría existir debido a la granulometría de la roca, la porosidad natural y a las trazas de fabricación y uso presentes sobre las superficies analizadas no ha impedido llevar a cabo el primer test. Incluso, no fue necesario realizar el usual baño de oro sobre las superficies a observar con el SEM ya que el basalto presenta una alta conductividad.

Un conjunto de muestras fue seleccionado con el objetivo de explorar si el tipo de textura de pulido *deposit* ha sido generado por una adhesión de materia procedente de la trabajada con el útil (ver discusión sobre la formación de pulidos en Christensen 1998) (ej. AW1 en fig.3.4.1, Nivel 4.1). La composición elemental de las superficies pulidas sobre estas muestras indica determinadas relaciones espaciales entre componentes de la superficie. Se observa una vinculación a nivel de distribución entre el Fe y el Mg en determinadas áreas y, en cambio, se identifica una distribución más homogénea de Al y Ca. La primera hipótesis sugiere que tales asociaciones elementales pueden deberse a la reacción química de la superficie tras la fricción con otra materia, en este caso, con la materia trabajada con el útil analizado.

Sin embargo, a pesar de las posibilidades que ofrece este tipo de análisis a grandes aumentos e integrando al análisis la composición química de la superficie de los pulidos, ha resultado difícil relacionar las distribuciones químicas descritas con el procesado de materias concretas en el estado actual del presente trabajo. Además, respecto a la problemática sobre la adhesión de partículas de la materia trabajada sobre los pulidos laborales, por el momento no se ha identificado ningún elemento ajeno a la composición química de la propia roca de basalto en las superficies analizadas (Fe, Ca, Al, Na, O and Mg). En este sentido, planteamos la continuación de este análisis incluyendo más muestras experimentales mediante las cuales puedan ser analizadas varias etapas de la formación de trazas de uso, así como también poder evaluar si existen cambios estructurales a nivel de composición química tras el uso de las superficies de los útiles (por ej., realizar mediciones siguiendo la secuencia: 1.composición química superficie natural; 2. composición química roca Vs roca; 3. composición química tras 5 horas de molienda de cereal).

## - Balance de resultados sobre el análisis de superficies y su relación con estudios precedentes

Los resultados obtenidos a través de los diferentes niveles de observación y análisis de las superficies de desgaste permiten trazar una serie de conclusiones vinculadas a varios aspectos:

a) El análisis macroscópico y a bajos aumentos de las superficies experimentales y arqueológicas ha permitido realizar una primera lectura funcional de los artefactos de molienda de la cual se desprende, en primer lugar, los modos de utilización. La distribución de los patrones de desgaste indica el tipo de movimiento (percusión apoyada, percusión lanzada), las zonas de mayor contacto (aparición de las zonas pulidas) y las áreas que han recibido un mantenimiento más reiterado (complementariedad platos de homogeneización / zonas de piqueteado). Los modos de utilización de los artefactos junto a la materia trabajada sobre los mismos, han generado patrones de desgaste diferenciados en las series experimentales, sobre todo entre las superficies de molienda de cereal, procesado de materias vegetales con alto contenido en grasas (frutos), procesado de pieles animales y las producidas por el contacto roca-contra-roca. Estos patrones de desgaste han sido identificados en el registro arqueológico a partir de los dos grupos artefactuales G1 y G2 (fig.III.4.4).

En este nivel de análisis se constata un predominio de los implementos de molienda del grupo G1 con patrón de macrodesgaste G1a en las cuatro series arqueológicas estudiadas, sobre todo mayoritarias en los casos de Jerf el Ahmar (PPNA) y tell Arqa (Edad del Bronce). En cambio, en los yacimientos PPNB de tell Aswad y tell Arqa existe una notable presencia de ítems con patrones de macrodesgaste G2b y G2c atribuibles a otros procesos de trabajo diferentes al procesado de cereales.

En relación a otros trabajos experimentales, las aportaciones de L. Dubreuil constituyen el referente más cercano ya que se trata del mismo tipo de materia prima (basalto), las mismas categorías de útiles de molienda, abrasión y trituración y por tratarse de un estudio vinculado al contexto histórico del período Natufiense en el Levante sur. Una de las primeras características generales que señala Dubreuil (2002, 2004) es que la aparición de superficies de desgaste (trazas de uso) presenta una distribución mayor en los implementos de molienda (molinos y moletas) que en los útiles que han participado en experimentos de pulido y abrasión de hueso, madera o concha (*abraders/polishers*, Dubreuil 2004). En nuestras observaciones, el mayor desgaste puede traducirse en la aparición de platos de homogeneización ("*level off areas*", según Dubreuil 2004), los cuales son de mayor extensión en el caso de la molienda de cereales. A partir de esta primera conclusión, se han identificado las siguientes relaciones entre los resultados del análisis de superficies a bajos aumentos de Dubreuil y los del presente trabajo.

En la experimentación con el procesado de cereales, la mayor parte de las observaciones concuerdan en ambas experimentaciones (aparición de platos de homogeneización plana que tienden a convexa en el transcurso de la experimentación, desprendimiento y redondeamiento de granos). Sin embargo, la distinción que establece Dubreuil entre el pulido generado por el procesado de cereal vestido (*H. vulgare*), cuyo grado de reflectividad es más alto que en el procesado de cereal desnudo (trigo doméstico), no coincide con nuestras observaciones. Tal como se explica en el cap. 3.2, el trabajo de cereales vestidos (*H. vulgare* y *T. monococcum*)

produce un patrón de desgaste caracterizado por la aparición de platós de homogeneización más reducidos, rugosidad más alta y menor presencia de zonas de pulido que el trabajo con cereales vestidos. Según nuestras observaciones, la presencia de las envolturas del cereal genera una capa protectora sobre la superficie a partir de la adherencia en fosillas de piqueteado e interior de vesículas que impiden el desgaste de la microtopografía alta de la superficie (menor desarrollo de pulido) y mantiene intacta la microtopografía baja.

El procesado de frutos (bellotas) también presenta puntos de conexión entre los resultados experimentales de Dubreuil y los del presente trabajo al igual que también se detectan semejanzas en el procesado de legumbres, la abrasión de hueso y madera, a pesar de que la descripción de los pulidos y la aparición de trazas lineales puede variar (no se ha identificado en nuestro trabajo el pulido “oscuro y metálico” que describe la autora en el procesado de legumbres). En el caso del trabajo de la piel, concretamente con el procesado de pieles con ocre (Dubreuil & Grosnan 2009), la presencia de platós de homogeneización rugosa de reducidas dimensiones, morfología convexa, desarrollo de pulidos macroscópicos y de estrias se han documentado conjuntamente durante nuestras experimentaciones.

De esta forma, los resultados funcionales de las series natufienses (Epipaleolítico) analizadas por L. Dubreuil en Ain Mallaha, Hayonim Cave y Hayonim Terrace podrán ser comparadas con los resultados funcionales del presente trabajo sobre conjuntos artefactuales del PPNA (Neolítico) hasta la Edad del Bronce.

b) Los resultados utilizando el microscopio metalográfico han revelado dos tipos principales de textura de pulido. El tipo *micropitted* ha sido ampliamente observado en útiles experimentales de molienda de cereal (Fig. 3.4.5 E-1, E-15). Además, en el caso de las muestras arqueológicas, destaca el dominio de este tipo de textura de pulido en útiles del grupo artefactual G1 (Fig.III.4.7; Fig. 3.4.7). Esta asociación se constata de forma mayoritaria en la serie de tell Arqa que, como se han mencionado en el cap. 1, se encuentra directamente vinculada a un contexto funcional de excepcional conservación ligado al procesado de cereales. Por otro lado, los pulidos *micropitted* también se documentan en los yacimientos de tell Aswad y tell Halula. En segundo lugar, el tipo de textura *deposit*, vinculado experimentalmente al trabajo de materias blandas y con contenido en grasas (Fig. 3.4.5 E-6, E-7 y E-9), presenta una distribución más diversificada en el conjunto artefactual, dominando principalmente el grupo artefactual G2 de los yacimientos de tell Aswad y tell Halula (Fig.III.4.7; Fig. 3.4.8).

En los diversos trabajos presentados por L. Dubreuil, la autora ha realizado descripciones a grandes aumentos (SEM, microscopio de luz incidida y microscopio metalográfico) sobre superficies laborales de basalto (Dubreuil 2002, 2004; Dubreuil & Plisson inédito; Dubreuil & Savage 2013). En primer lugar, cabe destacar que esta autora utiliza en diversas ocasiones moldes de acetato y silicona tintados (ver descripción en Dubreuil 2004) para poder observar las superficies de los útiles macrolíticos a grandes aumentos bajo el microscopio. En este sentido, según nuestro propio análisis en la implementación de esta alternativa a nivel metodológico (Bofill 2012), la utilización de moldes de silicona es viable en gran parte de la caracterización cualitativa de la microtopografía de un útil. No obstante, pensamos que la escala de análisis que requiere la descripción de los pulidos puede quedar incompleta con el



uso de réplicas de silicona. La morfología general, incluso algunos casos en los que la textura del pulido sea muy evidente, puede funcionar el análisis mediante moldes de silicona pero, en otras cuestiones, como por ejemplo el grado de reflectividad e incluso la realización de mediciones con rugosímetro, no conseguirían el grado de reproducción de la superficie a escala microscópica que requieren este tipo de análisis de los pulidos.

Dubreuil y Savage (2013) describen el **micropulido** en implementos de molienda de basalto como un micropulido plano, estriado, superficial sobre la topografía, de translúcido a opaco y reflectante. A partir de aquí, las variaciones sobre este pulido estriado dependerán del tipo de materia que haya sido molida. En cambio, el micropulido observado sobre implementos de abrasión y pulido (*abraders/polishers*) presenta generalmente más variabilidad que el micropulido de molinos/moletas debido a que, sobre la superficie activa de implementos de molienda trabajando en pareja, se produce el denominado "*abrasive background*", el cual sería el principal causante del aspecto estriado del pulido en las superficies de molienda (también descrito por Fullagar 1991). Además, según la autora, los pulidos diagnósticos se desarrollan con mayor rapidez en implementos de abrasión y pulido que en implementos de molienda (molinos/moletas) y aparecen con mayor claridad cuando se procesan materias que contienen lubricantes naturales como las nueces, la carne, el pescado y las bellotas frescas. En esta lista, según nuestro propio referencial experimental, añadiríamos también el procesado de pieles animales, las cuales presentan un alto contenido en grasa que también acentúa notablemente la aparición de pulidos diagnósticos.

En términos generales, lo que Dubreuil describe como pulido *estriado*, causado por el "*abrasive background*" y observado en equipos de molienda de dos útiles y en el contacto roca-contra roca, se corresponde con la textura que en este trabajo hemos denominado **serrada**. Otros autores han descrito el micropulido sobre molinos y moletas como zonas de pulido discontinuas sobre la superficie activa, por lo que formarían un patrón reticular sobre la misma (Liu *et al.* 2010). A pesar de la dificultad que implica en ocasiones comparar descripciones utilizando terminologías diferentes, se han podido establecer, mediante la observación de las microfotos, una vinculación entre los pulidos de molienda de cereal de nuestro referencial experimental (pulido con textura *micropitted*) con los resultados de Dubreuil y Plisson (inédito) y, a pesar de la diferencia en la materia prima de los útiles, también se identifican semejanzas con los resultados de Verbaas y Van Gijn (2007) sobre útiles de arenisca.

c) Respecto al análisis topográfico sobre superficies 3D y a modo de continuación de los trabajos previos realizados en el LTDS sobre superficies de molienda (Procopiou 1998; Procopiou *et al.* 1998; Vargiolu 2008), ha quedado demostrada en primer término la viabilidad de este tipo de análisis de superficies 3D sobre molinos y moletas en basalto. La prueba realizada con el cálculo del área Portante ha sido crucial para iniciar el análisis. Seguidamente, se han establecido los parámetros estadísticos, los cuales han resultado positivos en su aplicación sobre muestras de diferente naturaleza (arqueológica y experimental), siempre y cuando se mantenga constante la variable materia prima. Por primera vez en superficies de

molienda, se han podido caracterizar pulidos laborales<sup>4</sup> mediante el uso de atributos cualitativos y cuantitativos que permitan identificar la materia trabajada.

A lo largo de los cuatro niveles de análisis, se ha detectado una fuerte correlación entre el procesado de cereal, la creación de extensos platós de homogeneización lisa combinados con zonas de piqueteado (manufactura y reavivado) y la aparición de zonas de pulido con textura *micropitted* (Fig.3.4.7). Se trata de un tipo de pulido caracterizado por un alto grado de finura / aplanamiento (*Flatness*) y por un grado alto de rugosidad en la escala microscópica. De esta forma, el parámetro SPeK ha mostrado los valores de aplanamiento en las muestras *micropitted*, tributarias de la fricción generada entre la superficie del molino y la superficie de la moleta durante el proceso de molienda de cereal. Este desgaste mecánico de tres cuerpos (molino, moleta y una materia a trabajar dura, en este caso, granos de cereal) crea una microtopografía rugosa, tal como han mostrado los resultados del coeficiente SMA.

Por otro lado, el procesado de materias grasosas y/o blandas como los frutos (almendra), las legumbres (haba) y la piel animal, han revelado la formación de pulidos tipo *deposit* a nivel experimental (Fig.3.4.5). En la escala macroscópica, este tipo de pulidos se asocian a platós de homogeneización lisa/rugosa de menor extensión y cuya morfología en sección es predominantemente convexa. Sin embargo, en las series arqueológicas, el tipo *deposit* ha sido documentado en platós de homogeneización más extensos y sección plana, por lo que ha sido planteada la hipótesis de posibles episodios de reutilización de moletas de cereal (trabajo en pareja, grupo artefactual G1) para ser utilizadas posteriormente en otros procesos de producción (procesado de pieles, otros vegetales oleaginosos como frutos, etc.). Estos casos se documentan en los yacimientos de tell Aswad y tell Halula (Fig.3.4.8, HL-4H-2025 y AW05-G143-22)

En el análisis de superficies 3D, las muestras tipo *deposit* presentan un desarrollo más reducido de platós (nivelado de las asperezas -resultados SPeK), y suelen ser generalmente más alisadas que las muestras *micropitted* (resultados SMA). Destaca, también, su mayor presencia sobre superficies de moletas que de molinos (concretamente, en las series de tell Aswad y tell Halula). En este sentido, su uso como útiles independientes (en el caso del procesado de pieles animales) unido al trabajo de materias grasosas que actúan como lubricante durante el proceso de fricción, dan como resultado superficies pulidas desniveladas aunque con un alto grado de alisado en la escala microscópica. Finalmente, un tercer grupo de muestras pulidas han sido descritas mediante la combinación de texturas *micropitted/deposit*, por lo que se asocian a casos de reutilización, reciclaje o útiles plurifuncionales.

A modo de comparación preliminar con otros trabajos similares, aunque con notable cautela debido a las variables de materia prima, técnicas de medición, escala de análisis y procesamiento de datos que diferencian cada trabajo, destacamos las siguientes apreciaciones. Kimball *et al.* (1998: 1125) describen el pulido experimental generado por el trabajo de la piel con ocre en el caso del sílex como un pulido de aspecto abombado,

---

<sup>4</sup> Las experiencias previas que han guiado este trabajo (Procopiou *et al.* 1998; Procopiou 1998; Vargiolu 2008) pudieron establecer una clasificación de superficies en función del grado de desgaste que presentaban las superficies de molienda, así como también sentaron las bases metodológicas para el desarrollo de esta línea de investigación.

profundas anfractuosidades reteniendo los elementos originales de la materia prima del útil. Según estos autores, este tipo de pulido muestra una profunda modificación de la superficie con una evidente aportación de materia exógena (partículas de la materia trabajada, desgaste adhesivo). Por último, el pulido asociado al trabajo de la piel con ocre es visualmente muy alisado y posee unas undulaciones largas, amplias y profundas muy características. Respecto al análisis fractal e índice de rugosidad realizados por Kimball *et al.*, los bajos valores obtenidos indican una alteración notable de la superficie, aunque también contemplan la formación de una nueva superficie o capa superficial superpuesta a la original.

En relación a los resultados de Kimball *et al.* y los de otros autores (Astruc *et al.* 2001), aunque no ha sido tratado en detalle en este trabajo, los resultados obtenidos abren nuevas vías hacia el análisis del proceso de formación de los pulidos laborales. Sin duda, un análisis de este tipo implica la realización de un programa experimental más amplio y en el que deben analizarse variables de forma independiente para poder valorar su influencia en el proceso de aparición de las trazas de uso sobre superficies activas. Enfoques como los presentados por Astruc *et al.* (2001) y Anderson *et al.* (2006) y Christensen (1998) han aportado resultados muy relevantes en este ámbito crucial del análisis traceológico, por lo que nos planteamos una continuación de nuestro proyecto sobre superficies de molienda en basalto siguiendo esta línea de investigación sobre los procesos de formación de los pulidos.

Nuestras observaciones con el SEM-EDS no han permitido, por el momento, relacionar la distribución de los elementos químicos detectados sobre las superficies con pulidos laborales con una materia trabajada concreta. La composición elemental del basalto contiene todos los elementos observados sobre las imágenes obtenidas con el SEM-EDX (Fe, Ca, Al, Na, O, Mg), aunque sí se han podido detectar asociaciones específicas entre elementos que podrían haber sido transformadas por la alteración de la superficie durante el uso del instrumento. Sin lugar a dudas, un análisis más amplio de superficies experimentales y también arqueológicas permitirá avanzar en esta cuestión.

#### **3.4.2. Análisis de residuos: Resultados de las muestras de fitolitos**

La primera serie de muestras analizada en el Laboratorio del Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología de la Universidad de Barcelona (a cargo de R. M. Albert y M. Portillo) permitió, en primer lugar, comprobar la conservación de fitolitos sobre la superficie de útiles de molienda procedentes de campañas de excavación anteriores en los yacimientos estudiados. De esta forma, la primera tanda de resultados muestra la presencia de fitolitos diagnósticos de las inflorescencias de las plantas gramíneas, las denominadas células dendríticas (ver terminología específica en el informe del anexo 2). Los fitolitos dendríticos observados en las muestras arqueológicas han sido comparados con los datos calibrados obtenidos en estudios de plantas modernas de la región Levantina procedentes de la colección de referencia del Institute of Archaeology- University College London (Portillo *et al.*, 2010; Portillo & Albert, 2011; Portillo & Albert, aceptado).

Estos primeros resultados sobre muestras de tell Aswad y tell Arqa revelaron un predominio de fitolitos derivados de la familia de las gramíneas y, entre estas, una mayor presencia de los

fitolitos correspondientes a las inflorescencias de las plantas gramíneas, es decir, de los espiguillas y semillas (Fig.III.4.17). A pesar de este predominio, también se identifican células procedentes de otras plantas (hojas de dicotiledóneas y tronco/ corteza de plantas dicotiledóneas) y de otras partes de las plantas gramíneas (tallo y hojas). Por otro lado, el estudio morfométrico ha identificado células unicelulares dendríticas relacionadas con formas modernas de *Triticum* en las muestras de tell Aswad (Fig. III.4.18).

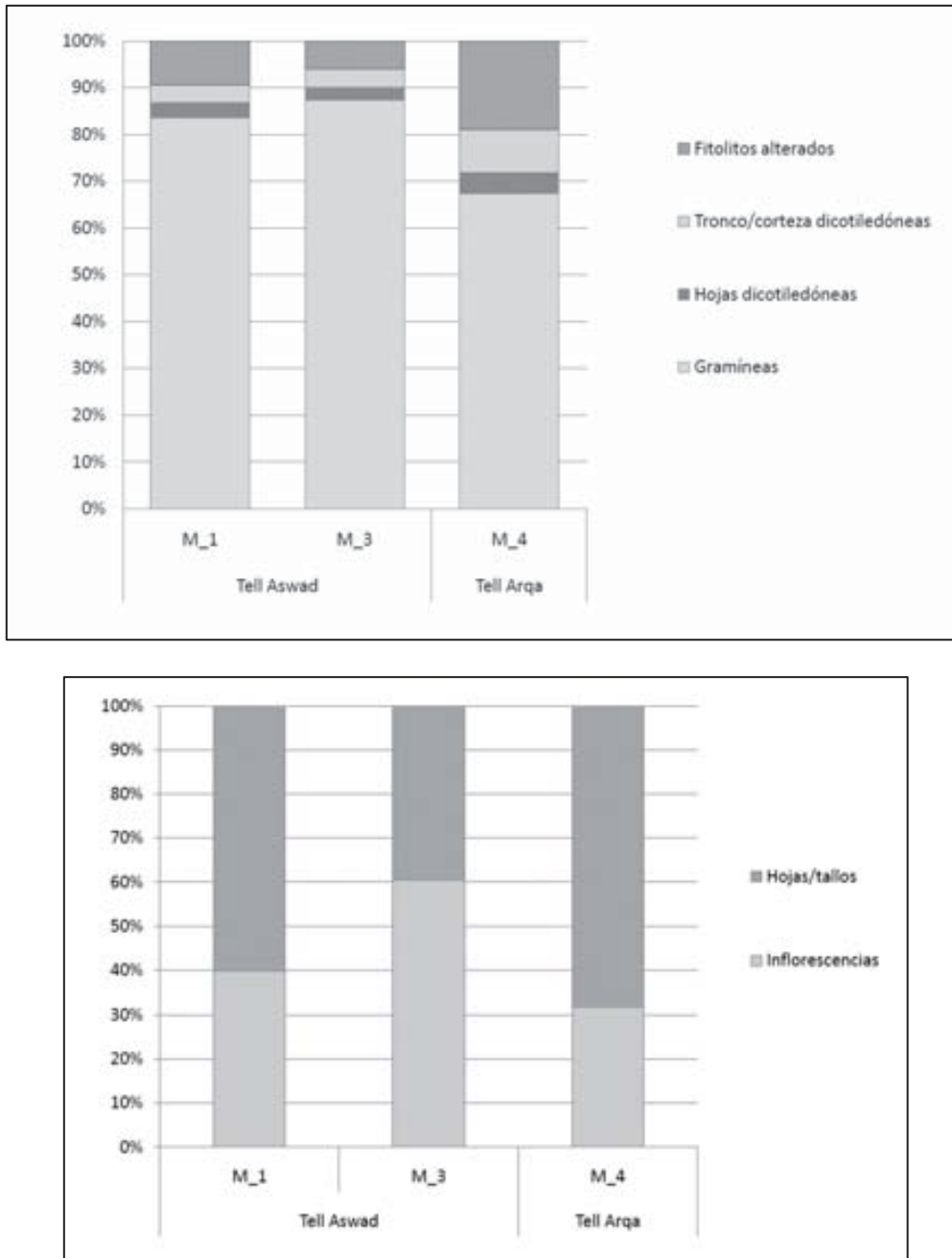


Fig. III.4.17. Resultados del análisis morfológico de los fitolitos identificados en muestras de sedimento adherido a la superficie de dos ítems de tell Aswad y un ítem de tell Arqa. Arriba, clasificación de los fitolitos identificados según el tipo de planta; abajo, clasificación de los fitolitos identificados en función de la parte anatómica a la que pertenecen (a partir de Portillo & Albert, informe anexo 2).

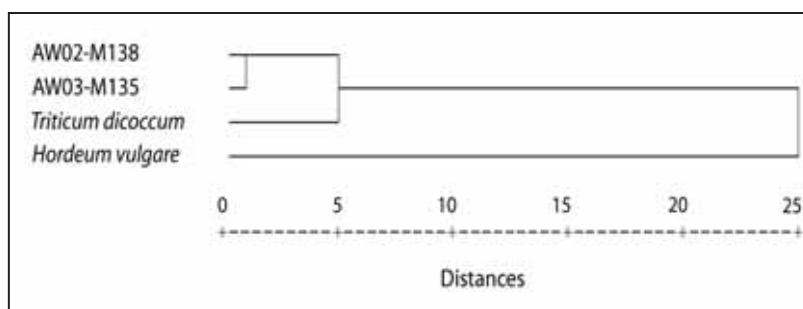


Fig. III.4.18. Comparación de morfometrías de fitolitos entre muestras arqueológicas de tell Aswad (AW02-M138, AW02-H135) y plantas modernas usando el método de vinculación inter-grupos del índice de correlación de Pearson (a partir de Portillo & Albert, anexo 2).

A partir de aquí, el análisis conjunto de una serie más amplia de 9 muestras incluyendo los cuatro yacimientos estudiados se resume en la figura 3.4.9. Los resultados obtenidos en el estudio morfológico y cuantitativo indican, en primer lugar, una presencia mayoritaria de fitolitos adscritos a la familia de las gramíneas. Los porcentajes de la presencia de este tipo de formas van desde el 67% del total de fitolitos cuantificados en la muestra M4 de tell Arqa (AR02/545.15) hasta el 93,4% en la muestra AW06-120 de tell Aswad, aunque la mayoría de muestras se encuentran entre el 80% y 93,4%. Estos resultados indicarían un procesamiento prioritario sobre estos útiles de especies de gramíneas entre las que se encuentran los cereales.

Por otra parte, destaca también la elevada proporción de fitolitos correspondientes a las inflorescencias, especialmente en las muestras de tell Aswad (tres de las cinco superiores al 50% de los fitolitos cuantificados, fig.3.4.9). Según la morfología que describen las células cortas identificadas, la mayoría pertenecen a gramíneas de tipo C3 (Twiss, 1992, citado en Portillo & Albert, anexo 2), adscritas a la subfamilia *poideae* y a la que pertenecen cereales principales como el trigo y la cebada. Las autoras del análisis destacan la presencia de las denominadas células cortas tipo "torre" en las dos muestras de tell Aswad y en la muestra de Jerf el Ahmar JF117 (Fig.3.4.10). Este tipo de morfologías son producidas comúnmente por el género *Hordeum* (obs. pers. M. Portillo; Portillo *et al.* 2014). En general, la presencia de fitolitos multicelulares derivadas principalmente de la inflorescencia de las gramíneas se observa en casi todas las muestras, aunque en general con valores bastante bajos.

#### Interpretación de los resultados de las muestras arqueológicas

En primer lugar, la elevada presencia de fitolitos correspondientes a la parte anatómica concreta de las inflorescencias en las muestras analizadas permitiría proponer la posibilidad de que especies de plantas gramíneas, incluyendo los cereales, fueron procesadas con los útiles de molienda con las envolturas de los granos (glumas, páleas y lemas) o con restos de éstas (Procopiou 2004 ofrece ejemplos similares de harinas etnográficas con un alto contenido en fragmentos de glumas, raquis y tallos). La presencia además en las muestras analizadas de otras células procedentes de tallos y hojas indicaría que el grano no se encontraba en estado limpio en el momento del procesamiento sobre el molino. Sin embargo, la falta de muestras de control obliga a proponer estas hipótesis de forma prudente por el momento. La contaminación del propio contexto arqueológico, en el cual se pudieron estar almacenando

cereales y realizando otras etapas del procesado previas a la molienda, podría estar desvirtuando nuestra lectura funcional de los útiles a partir del espectro de fitolitos obtenido sobre sus superficies activas.

Por otra parte, la notable presencia de fitolitos de inflorescencias contrasta con la escasa preservación de estructuras multicelulares, lo cual puede ser relacionado, en parte, con la degradación mecánica sufrida por los fitolitos durante la acción de molienda (Albert y Henry 2004; Albert y Portillo 2005; Portillo 2006). Tal correlación entre una alta presencia de fitolitos de la inflorescencias y la baja conservación de estructuras multicelulares también ha sido documentada en otros análisis de fitolitos sobre instrumentos de molienda en el yacimiento PPNB de Ain Abu Nukhayla, en el Wadi Rum (Portillo *et al.* 2009). Esta situación ha llevado a las responsables del presente análisis a centrar el estudio morfométrico en las células dendríticas, que son características de las inflorescencias de la familia de las gramíneas y que se han observado en relativa abundancia en las muestras analizadas. Los resultados obtenidos en el estudio morfométrico de dos muestras de tell Aswad indican evidentes similitudes con células de trigo moderno (*Triticum dicoccum*). Además, otros dos útiles de tell Aswad han proporcionado estructuras multicelulares que pertenecían también al género *Triticum*. El *Triticum dicoccum* es una de las especies cerealísticas mayoritarias en el espectro arqueobotánico de tell Aswad (Van Zeist & Bakker-Heeres 1979, 1985) y, además, constituye uno de los primeros cultivos del período precerámico en la región levantina (Zohary & Hopf 2001).

Respecto a la aproximación taxonómica de los fitolitos, también han podido ser identificadas células relacionadas con el género *Hordeum* en las muestras de tell Aswad y Jerf el Ahmar, yacimientos que también cuentan con evidencias de este género de cereales en el registro arqueobotánico (Van Zeist & Bakker-Heeres 1979, 1985; Willcox *et al.* 2008). Todos estos datos constituyen las primeras evidencias directas de procesado de plantas gramíneas, concretamente en los casos en los que se han podido identificar evidencias de procesado de los géneros *Hordeum* y *Triticum*, con molinos y moletas de los cuatro yacimientos estudiados. También cabe destacar la presencia conjunta de fitolitos de *Triticum* y *Hordeum* en un mismo ítem (AW03-H135-6, Fig. 3.4.10).

En el caso de Jerf el Ahmar, la conservación excepcional de la habitación en la que fue hallada el molino JF117 (ver cap. 1.4.1 y 3.3.1), el mismo ítem que ha proporcionado fitolitos vinculados al género *Hordeum* (Fig.3.4.10 JF117), permitió a los excavadores detectar áreas de procesado por separado de cereales salvajes a partir de granos carbonizados de *Hordium spontaneum* y *Triticum/Secale* (Willcox 2002).

Respecto a los resultados de las dos muestras de tell Arqa, la baja proporción de fitolitos en la muestra AR-545 puede estar relacionada con la acción del fuego que destruyó el edificio donde se almacenaban los útiles de molienda (ver. cap.1). Por otro lado, se observa una mayor preservación de fitolitos en la muestras de la moleta AR-537.3, que además ha proporcionado mayor número de fitolitos en el lateral de la cara activa (M1) que en la muestra correspondiente al centro de la cara activa (M2). Por el momento no se han identificado formas diagnósticas del género o de las especie de gramíneas procesadas en este yacimiento, a

pesar de que el registro arqueobotánico vincula espacialmente estos instrumentos con el procesado sobre todo de *T. dicocum* (Thalmann 2006).

### Muestras experimentales

El análisis de las muestras experimentales realizado en colaboración con M. Portillo y R. M. Albert (UB) se ha centrado en caracterizar el impacto que pueden generar los procesos de descascarillado y molienda de cereales sobre la conservación de las estructuras silíceas (fitolitos)<sup>5</sup>. Los resultados obtenidos permiten trazar una serie de cuestiones muy relevantes sobre los procesos tafonómicos implicados. La cantidad de fitolitos en las muestras experimentales es abundante (entre 1.4 y 7.1 millones por gr analizado, fig. 3.4.11), exceptuando la muestra nº12 correspondiente a la recogida de harina sobre la moleta experimental que ha mostrado una cantidad bastante menor. A primera vista, parece que se trata de muestras comparables a las recogidas sobre ítems arqueológicos (Fig. 3.4.9), en las que también se contabilizaron entre 1.4 y 2.2 millones de fitolitos por gr analizado. La presencia de fitolitos multicelulares se ha observado en todas las muestras experimentales, aunque en proporciones variables. La mayor parte de las muestras se sitúan entre el 30-40% de células con estructuras multicelulares, correspondientes al producto adherido y recogido directamente de la superficie activa de molino experimental tras el descascarillado y la molienda.

De esta forma, puede ser destacada una menor presencia de fitolitos en general (y en concreto, de estructuras multicelulares diagnósticas del género y la especie) conservados sobre la superficie de la moleta experimental (muestras nº10 y 12) en comparación con las muestras recogidas sobre la superficie del molino experimental (nº6, 9 y 11)(fig.3.4.11). Por otra parte, las autoras del análisis destacan una disminución significativa de la talla de los fitolitos multicelulares durante la experimentación (un total de 50 fitolitos de este tipo fueron examinados de cada muestra), evidenciado por el número de células individuales contabilizadas en las estructuras multicelulares (fig.3.4.11). La comparación entre las muestras de estructuras multicelulares de la muestra 2 (previo procesado) y la muestra 12 (tras la molienda) así lo revelan (Fig.3.4.12).

Por el momento, los datos obtenidos en las series experimentales indican cambios en la proporción de fitolitos multicelulares y en el tamaño de este tipo de estructuras multicelulares tras los procesos de descascarillado y molienda de granos de cereal. Las conclusiones, por el momento, señalan a una doble causa para estas alteraciones, en la que se encuentran implicados tanto la propia acción mecánica durante el descascarillado y la molienda como otros procesos deposicionales y post-deposicionales (incluyendo el tratamiento en el laboratorio con diversos ácidos)(Portillo *et al.* submitted).

---

<sup>5</sup> Una presentación preliminar de estos resultados sobre muestras experimentales fue expuesta en forma de poster en el coloquio *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux, XXXIII rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, con la comunicación: Portillo, M.; Bofill M.; Molist, M.; Albert, R. M. (submitted) "*Phytolith and Use-wear functional evidence for Grinding stones from the Near East*".

### Nueves ejes de investigación en torno al análisis de fitolitos

- Desde la campaña de 2008 se comenzó a llevar a cabo una recogida de muestras de sedimento en contextos arqueológicos potencialmente asociados al procesado de cereales en el yacimiento de tell Halula (interior de las casas, zonas exteriores). Paralelamente se inició un protocolo de recogida de muestras cuando aparecieron implementos de molienda y trituración durante las excavaciones de este yacimiento. Tal protocolo sigue la propuesta de Procopiou (1998 fig.88), por lo que han sido recogidas muestras de sedimento de control de manera sistemática para contrarrestar la ausencia de éstas en los análisis realizados hasta el momento. La continuación del proyecto prevé iniciar una nueva línea de analíticas de estas muestras para poder ampliar el conocimiento sobre las áreas de procesado en diversas zonas del poblado neolítico, así como, también, poner en relación los resultados de los útiles de molienda analizados en este trabajo con las muestras de sedimento recogidas in situ en el yacimiento. En este sentido, se contempla la ampliación del muestreo de residuos para realizar análisis de almidones y de ácidos grasos.
- Paralelamente a las estrategias de muestreo descritas para los útiles de molienda, se plantea la recogida de muestras en útiles de trituración y percusión (morteros y pilones) para avanzar en la caracterización funcional de este grupo de útiles.
- En relación al programa experimental, diversos autores (Anderson 1999, 2000; Procopiou et al. 2002; Procopiou 2004) han destacado la identificación de patrones de fractura recurrentes en los fitolitos relacionados con el tipo de procesado que recibió el cereal (molienda, descascarillado, trillado). Se trata de una línea de investigación en discusión ya que diversos trabajos señalan numerosos procesos tafonómicos que pueden alterar la preservación de los fitolitos, incluidos los tratamientos en el laboratorio (Jenkins 2009; Shillito 2011; Cabanes 2011 citados en Portillo *et al.* 2014). Un análisis en esta dirección de las estructuras silíceas identificadas en las muestras experimentales con útiles de molienda macrolíticos podría aportar nuevos datos a este debate e, incluso, podría ser ampliado el referencial con el uso de morteros de madera para comparar resultados entre ambas técnicas de procesado, tal como se realiza en otros trabajos relacionados con el registro arqueobotánico (Meurers-Balke & Lüning 1999; Alonso *et al.* 2013).

#### **3.4.3. Resultados finales del estudio funcional de los útiles.**

##### *Relación entre los resultados de fitolitos y las trazas de uso en ítems de basalto*

En la figura 3.4.10 se han incluido los útiles arqueológicos que han sido muestreados para el análisis de superficies y para el análisis de residuos. Se trata de un grupo de ítems pertenecientes al grupo artefactual G1 que han proporcionado fitolitos vinculados a la molienda de cereales. En los casos de tell Aswad, tell Halula y tell Arqa, la observación de pulidos laborales ha revelado el desarrollo de texturas de pulido *micropitted*, los cuales han sido vinculados experimentalmente con la molienda de cereal.

De este modo se establece una relación positiva entre el grupo artefactual G1, los pulidos laborales con textura *micropitted* y la conservación de fitolitos de los géneros *Hordium* y *Triticum*. Esta asociación ha sido documentada en los tres yacimientos de tell Aswad, tell Halula y Jerf el Ahmar. En el caso de Jerf el Ahmar, nuevos análisis traceológicos a grandes aumentos sobre ítems en caliza permitirán ampliar estos resultados.







## Parte 4

على الفوائد ولكن كان ينتصر  
الجوامي

كم من معارك من الفن ثارتها



## **PARTE 4. Análisis comparativo de los yacimientos y contextualización**

### **4.1. Constitución de los conjuntos artefactuales de molienda y trituración en el neolítico del Próximo Oriente**

El análisis realizado en la Parte 3 del trabajo nos permite, en primer lugar, establecer una distribución del material en base a las categorías de útiles de molienda y trituración principales. Tal y como anunciábamos en el capítulo 1.3 (Parte 1), la presencia de artefactos de molienda y trituración en los yacimientos de Próximo Oriente ha dado pie, de forma generalizada, a plantear cuestiones sobre el procesado más o menos intenso de determinados productos vegetales, como es el caso de los cereales ante la presencia de molinos o de los frutos (nueces, etc.) cuando se documentan morteros. Además, una de las conclusiones planteadas por Wright (1993) respecto al desarrollo de las industrias, se basa en el incremento de la presencia de molinos y moletas desde el final del Natufiense y a lo largo del periodo neolítico del Próximo Oriente, coincidiendo con la adopción de la agricultura.

De esta forma, el análisis cronológico que realizamos mediante la comparación entre distintas series artefactuales procedentes de los yacimientos de Jerf el Ahmar, tell Halula y tell Aswad (Fig. IV.1. 1), nos permite aportar nuevos datos a la problemática sobre el desarrollo de las prácticas agrícolas en la zona del Levante Norte y Central.

#### *4.1.1. Composición de los conjuntos artefactuales*

El inicio del periodo neolítico, el **PPNA**, se encuentra representado por el yacimiento de **Jerf el Ahmar**, un poblado de aproximadamente 1 ha de extensión y que en el cual se ha podido identificar una explotación intensiva de plantas silvestres para usos culinarios (granos de cereal, de leguminosas, etc.) y para la arquitectura (impresiones vegetales en los adobes, Stordeur & Willcox 2009; Willcox & Stordeur 2012). Además, en Jerf el Ahmar se conservan estructuras de almacenaje de granos en los edificios comunitarios del poblado y, por último, cabe destacar la documentación *in situ* de varios contextos de procesado de cereales en los cuales los instrumentos de molienda y trituración tienen un papel protagonista (ver caps.1.4 y 3.3.1). El conjunto artefactual de molienda y trituración de Jerf el Ahmar es el más numeroso de todas las series analizadas (c. **606 ítems**), principalmente por el elevado número de molinos en caliza documentados, el cual alcanzó los 350 artefactos aproximadamente<sup>1</sup>.

Cercano a Jerf el Ahmar, pero en la ribera opuesta del río Éufrates, **tell Halula** constituye un gran poblado de 7 ha con un primer periodo de ocupación que comprende el final del **PPNB Medio** y continua por el **PPNB Reciente**. Tell Halula forma parte del primer conjunto de asentamientos neolíticos en el Valle del Éufrates en el que el desarrollo de las prácticas agrícolas se consolidó mediante la aparición de las primeras formas domésticas de cereales (Willcox *et al.* 2009). En la fase precerámica del poblado, se documenta un total de **75 artefactos** de molienda y trituración, de los cuales destaca una

---

<sup>1</sup> Ver explicación la problemática de la conservación del utillaje en el capítulo correspondiente al yacimiento de Jerf el Ahmar, 3.3.1.

notable presencia de moletas (n=40). Más adelante, en la fase denominada pre-Halaf (*Late Neolithic*) se incrementa el número de útiles hasta **98**, con un especial incremento del número de molinos (n=12). Por último, la fase **Halaf** del asentamiento ha proporcionado un conjunto de **43 artefactos**.

Para la zona del Oasis de Damasco, nuestra muestra se ha centrado en el yacimiento de **tell Aswad**, un poblado explorado intensamente por varios equipos a lo largo de los años desde su descubrimiento (ver cap. 1.4), y el cual también llegó a ocupar un área de alrededor de 7 ha. Datado a partir del final del periodo **PPNB Antiguo** y con continuidad en el **PPNB Medio** y **Reciente**, tell Aswad ha proporcionado restos arqueobotánicos de cereales domésticos desde el inicio de su secuencia de ocupación. En cuanto a la industria de molienda y trituración, en la **fase precerámica (B)** del yacimiento se han recuperado un total de **40 artefactos** de molienda y trituración y, de nuevo, vuelve a destacar la presencia mayoritaria de moletas (n=29). En la **fase cerámica (A)** de tell Aswad, en cambio, el conjunto artefactual es más variado a nivel de composición y se documentan más efectivos del resto de categorías de útiles, llegando a un total de **45 ítems**.

	Valle Medio del río Éufrates				Oasis de Damasco	
	PPNA	PPNB Medio-Reciente	Late Neolithic	Halaf	PPNB Antiguo-Reciente	Neolítico Cerámico
	Jerf el Ahmar	Halula (sectores 1 y 2/4)	Halula (sectores pre-Halaf)	Halula (sectores proto-Halaf y Halaf)	Aswad (Fase B)	Aswad (Fase A)
Extensión total m <sup>2</sup>	10000	70000	70000	70000	62500	62500
Área excavada m <sup>2</sup>	1000	4200	4200	4200	1000	1000
Molinos	c.350 (163*)	8	21	5	7	8
Moletas	208	40	42	16	29	17
Útil molienda indet	2	6	17	5	0	5
Morteros	10	4	3	7	2	1
Pilones	32	12	5	6	2	11
Otros	4	5	10	4	0	3
<b>Total artefactos</b>	<b>606 (419*)</b>	<b>75</b>	<b>98</b>	<b>43</b>	<b>40</b>	<b>45</b>

Fig.IV.1.1. Distribución absoluta del material estudiado en los tres yacimientos neolíticos, relacionado con el área aproximada de extensión del poblado y el área excavada de Jerf el Ahmar (Stordeur & Abbés 2002), tell Halula (Molist 2013) y tell Aswad (Stordeur et al. 2010). \* N° de ítems analizados en el capítulo 3.3.1 *Jerf el Ahmar*, mientras que la cifra inicial es una estimación del número total de artefactos.

Los cálculos sobre el área excavada que hemos tomado como referentes en cada yacimiento son aproximados, ya que no contamos con los datos individuales de los sectores excavados en relación a cada periodo histórico, sino con el área total excavada en cada caso (figs. IV.1.1, IV.1.2, IV.1.3). Además, tras el estudio realizado, es preciso considerar el hecho de que el número de artefactos documentados

en un yacimiento dado está sujeto a numerosos condicionantes, tanto de tipo técnico (estrategias de abastecimiento de materias primas; el acceso a las fuentes; las materias primas utilizadas) como funcional (función y uso de los artefactos, ritmos de desgaste, mantenimiento de los útiles, etc.)(ver *infra* capítulos posteriores). Es por ello por lo que debe ser desarrollado un estudio funcional que permita evaluar correctamente la composición y el número de artefactos aparecidos en un yacimiento o en una fase histórica, puesto que el análisis puramente numérico del utillaje (número de artefactos) puede inducir fácilmente a un error de interpretación del conjunto artefactual.

El primer caso paradigmático sobre la valoración del número de artefactos documentados en cada yacimiento, lo constituye el poblado de Jerf el Ahmar. El estudio realizado en este yacimiento ha demostrado la necesidad de llevar a cabo análisis más amplios y exhaustivos sobre la gestión del utillaje macrolítico para poder evaluar la repercusión socioeconómica que pudo tener un determinado número de útiles en un poblado neolítico. Los habitantes de Jerf el Ahmar produjeron alrededor de 350 molinos (incluyendo molinos con cúpula, utilizados como morteros; molinos cóncavos, etc.) para una ocupación de unos 500 años aproximadamente y una extensión de 1 ha de poblado. Comparado con la ocupación de tell Halula en períodos posteriores (239 útiles por 2500 años entre las fases PPNB y Halaf), resulta evidente que la asociación entre instrumental de molienda y consolidación de las prácticas agrícolas no viene siempre acompañado de un aumento del número de artefactos sino, como veremos a continuación, de un cambio en la gestión y uso del instrumental de molienda y trituración, y con un peso muy especial de los sistemas de abastecimientos de materia prima para la elaboración del utillaje de molienda (ver *infra* *Materia primera...*).

No descartamos la posibilidad de que Jerf el Ahmar sea un asentamiento especial desde el punto de vista de la explotación de plantas (según proponen Asouti & Fuller 2013), de tal forma que el sistema técnico creado para el procesado de las cosechas sea realmente excepcional (los datos arqueobotánicos y el utillaje macrolítico así lo indica). Sin embargo, para comprender los factores que provocan el número de útiles de molienda y trituración documentados en Jerf el Ahmar y demás poblados, debe ser considerado todo el sistema de producción y uso de esta industria macrolítica ya que cada una de las decisiones técnicas que rigieron su manufactura, gestión y utilización, han tenido sus consecuencias en la configuración final de los utillajes.

	Valle medio del Éufrates					
	PPNA		PPNB		Late Neolithic	Halaf
	Jerf el Ahmar	Mureybet IIIA, IIIB	Halula (sectores 1 y 2/4)	Mureybet IVA-IVB	Halula (sectores pre-Halaf)	Halula (sectores proto-Halaf y Halaf)
<b>Extensión total m<sup>2</sup></b>	10000	10000	70000	10000	70000	70000
<b>Área excavada m<sup>2</sup></b>	1000	225	4200	225	4200	4200
<b>Molinos</b>	c.350 (163*)	31	8	13	21	5
<b>Moletas</b>	208	21	40	7	42	16
<b>Útil molienda indet</b>	2	0	6	0	17	5
<b>Morteros</b>	10	2	4	0	3	7
<b>Pilones</b>	32	4	12		5	6
<b>Otros</b>	4	15	5	1	10	4
<b>Total artefactos</b>	<b>606 (419*)</b>	<b>73</b>	<b>75</b>	<b>21</b>	<b>98</b>	<b>43</b>

Fig.IV.1.2. Distribución absoluta del material de molienda y trituración, relacionado con el área aproximada de extensión del poblado y el área excavada de Jerf el Ahmar (Stordeur & Abbès 2002), Mureybet (Cauvin 1974; Nierle 2008) y tell Halula (Molist 2013) \* N° de ítems analizados en el capítulo 3.3.1 *Jerf el Ahmar*, mientras que la cifra inicial es una estimación del número total de artefactos.

Por lo tanto, como primera observación general de los resultados, es preciso destacar las notables diferencias en referencia al número de artefactos documentados, tanto a nivel diacrónico entre periodos históricos como a nivel sincrónico entre yacimientos contemporáneos (tell Halula y tell Aswad). Si abrimos el análisis a una escala regional, en el Valle medio del río Éufrates (Levante Norte) contamos con datos publicados sobre el utillaje de molienda y trituración de Mureybet (Nierle 2008), los cuales pueden complementar los resultados obtenidos en Jerf el Ahmar y tell Halula (Fig. IV.1.2). Considerando la extensión excavada tanto de Jerf el Ahmar como de Mureybet IIIA-IIIB (Cauvin 1974), el equipo de molienda en el periodo PPNA es muy numeroso en términos generales y, especialmente, en molinos y moletas.

Posteriormente, en el PPNB, el registro de útiles en Mureybet IVA-IVB disminuye hasta una tercera parte del conjunto artefactual datado en el PPNA. En el caso de tell Halula, el número de artefactos es relativamente inferior si tenemos en cuenta el área excavada y la ocupación cronológica que abarca la fase PPNB del poblado (aprox. 1000 años).



Oasis de Damasco				
	PPNB			Neolítico Cerámico
	PPNB Antiguo- Reciente	PPNB Medio- Reciente	PPNB Reciente*	
	Aswad (B)	Ghoraife	Ramad	Aswad (A)
Extensión total m <sup>2</sup>	62500	-	20000	68750
Área excavada m <sup>2</sup>	1000	-	805	1000
Molinos	7	5	55	8
Moletas	29	?	128	17
Útil molienda indet	0	0	0	5
Morteros	2	1	14	1
Pilones	2	?	31	11
Otros	0	10	0	3
<i>Total artefactos</i>	40	16	228	45

Fig.IV.1.3. Distribución absoluta del material de molienda y trituración, relacionado con el área aproximada de extensión del poblado y el área excavada de tell Aswad (Stordeur *et al.* 2010), Ghoraife (de Contenson 1995) y tell Ramad (de Contenson 2000). \*Los datos de tell Ramad corresponden a la fase PPNB Reciente (fases I y II), a pesar de que de Contenson (2000) advierte que una parte proviene de los niveles superficiales.

En la zona del Oasis de Damasco (Levante Central), otros yacimientos como Ghoraife (de Contenson 1995) y tell Ramad (de Contenson 2000) pueden ser relacionados con los resultados de tell Aswad (fig. IV.1.3). En primer lugar, el conjunto artefactual de tell Aswad es notablemente inferior a lo que cabría esperar de un poblado PPNB según la visión generalizada que se ha mantenido hasta el momento (Wright 1993). En segundo lugar, es difícil de contrastar con los demás yacimientos, puesto que Ghoraife ha sido escasamente excavado, proporcionando pocos datos, y tell Ramad comienza su ocupación al final del periodo PPNB (PPNB Reciente). Aún así, el incremento de útiles en el PPNB Reciente de tell Ramad es muy significativo, por lo que un estudio funcional de su utillaje macrolítico podría aportar nuevos datos importantes en relación con el desarrollo de las prácticas agrícolas y de otras posibles producciones de tipo artesanal en la zona del Oasis de Damasco.

La problemática surgida tras el análisis funcional del conjunto de útiles de tell Aswad ha dado pie a plantear varias líneas interpretativas (ver cap. 3.3.3), las cuales pueden ser sintetizadas de la siguiente forma:

a) El procesado de los productos vegetales no contaba de forma generalizada con una etapa de molienda ni trituración con molinos de piedra sino que eran preparados mediante otras técnicas (hervido, etc.). Los escasos ejemplares de útiles hallados podrían también indicar que se trató de producciones especiales para determinados momentos, eventos en los que se preparaban recetas más exclusivas sólo para esas ocasiones. Esta posibilidad explicaría el reducido número de molinos y morteros documentados en las excavaciones en extensión de tell Aswad (campañas 2001-2007) analizados en este trabajo.

b) El proceso de molienda y/o trituración no se llevó a cabo en el ámbito doméstico (dentro de las casas) sino que contaba con espacios concretos de producción (edificios colectivos, otras áreas especializadas en la molienda, etc.) donde se realizaba la molienda de forma comunitaria o, al menos, compartiendo el mismo utillaje (molino y/o morteros), a excepción de las moletas que sí serían almacenadas individualmente en el espacio doméstico tras su uso (D. Stordeur, com. pers.).

Los denominados *bedrock mortars* y *cupmarks*, instalaciones de molienda y trituración en forma de cavidades excavadas en la roca, son muy características del periodo natufiense y PPNA del Levante Sur (Rosenberg & Nadel 2011)(Fig.1.2.4). Este tipo de instalaciones existen en áreas relativamente cercanas a tell Aswad, como en la zona de Maloula (Conard *et al.* 2006) y en tell Qarassa, Sweda (Terrades *et al.* 2014). No obstante, los ejemplos documentados son datados en el periodo Natufiense y, por lo tanto, no contamos con referentes datados en el periodo PPNB en el que es ocupado tell Aswad.

Así pues, para concluir este primer balance de resultados sobre las categorías de útiles documentados, cabe destacar la importancia de completar la valoración de las anteriores tablas con los resultados del análisis funcional de los artefactos, el sistema técnico de captación de materias primas, y la manufactura de los útiles, etc. (ver *infra*).

#### 4.1.2. *Ratio Molinos / Morteros*

Uno de los principales argumentos utilizados por el modelo explicativo tradicional que vincula el material de molienda con la explotación y cultivo de cereales es el aumento del número de molinos en detrimento del número de morteros que se produce a partir del final del periodo natufiense (Bar-Yosef 1980; Goring Morris, 1987). Un ejemplo paradigmático de este fenómeno se documenta en el asentamiento de Mallaha (Israel), donde el número de implementos de molienda incrementó de forma espectacular en la última fase de ocupación natufiense mientras que los morteros disminuyeron respecto a las fases precedentes (Dubreuil 2002, 2004). Además, Mallaha constituye uno de los escasos yacimientos en los que se han realizado estudios funcionales del utillaje macrolítico, documentando el procesado de cereales y leguminosas con molinos (Dubreuil 2002).

Otras hipótesis en relación a la progresiva sustitución entre molinos y morteros han sido propuestas a lo largo de las últimas décadas. Por su parte, Wright (1992b) sugiere que los morteros en piedra pudieron ser reemplazados por morteros en madera, sobre los cuales se han realizado experimentaciones que certifican su efectividad en el descascarillado de cereales vestidos (Hillman 1984; Meurers-Balke & Lüning 1992; Procopiou 1998, 2003). En relación al periodo Natufiense final, otros autores consideran este fenómeno de sustitución de útiles como el efecto de una nueva organización social del trabajo en los asentamientos, como Belfer-Cohen & Hovers (2005), quienes sugieren que la utilización de morteros pudo ser que se desempeñara de forma comunal en los poblados natufienses.

En relación a este posible fenómeno de sustitución entre morteros en piedra y morteros en madera, existen amplios referentes etnográficos sobre el uso de morteros en madera (ver por ej. Lundström-

Baudais *et al.* 2002). Sin embargo, cuando se trata de un cambio de útil (molino por mortero) y no sólo del material que lo compone (madera por piedra), resulta necesario establecer qué tipo de morteros son los que se dejan de utilizar, y por tanto, qué función tenían en las sociedades que los utilizaban. De nuevo, se presenta la necesidad de realizar estudios funcionales del utillaje macrolítico para poder comprender los cambios en la constitución de los conjuntos artefactuales.

Respecto a los yacimientos natufienses del Valle del Éufrates, en Mureybet (fases IA, IB, IIA, IIB= natufiense final y Khiamiense) se documentaron 10 molinos (la mayoría fragmentos) y 4 morteros realizados sobre cantos fluviales (*mortier-galet*) (Nierle 2008). En el caso de Abu Hureyra I, el número de molinos alcanza los 49 ejemplares y tan sólo 3 ítems son interpretados como morteros de pequeñas dimensiones (Moore 2000). Por tanto, según los datos consultados, la presencia de morteros en los yacimientos del Valle del Éufrates ya era notablemente inferior a la presencia de útiles de molienda, tendencia que perdurará tanto en el PPNA de Jerf el Ahmar y Mureybet<sup>2</sup>, como en el PPNB de tell Halula y Mureybet (fig.IV.1.2).

Tal y como señala Dubreuil (2008), el cambio más significativo no se produjo en el plano de las materias procesadas sino en el de las técnicas de procesado que serán implantadas entre el final del periodo natufiense y el PPNA. Los morteros en piedra pudieron ser abandonados como útiles implicados en la preparación de la comida o substituidos por ejemplares en madera. De forma paralela, las técnicas de molienda de granos de diversas plantas se intensificaron y se produjo una diversificación de útiles (Wright 1993). En el caso del Valle medio del río Éufrates, estos cambios dieron lugar a un conjunto de molinos variados en lo concerniente a gestos técnicos (percusión apoyada, percusión lanzada) y productos obtenidos (harinas, sémolas, pastas, etc.) como sería el caso de los molinos documentados en Jerf el Ahmar y Mureybet (ver *infra* cap. 4.4).

Finalmente, respecto a las fases del neolítico cerámico, *Late Neolithic* y Halaf, los conjuntos estudiados sugieren una continuidad en el desarrollo de las técnicas de procesado ya que en tell Halula, junto a los molinos (*Late Neo.* n=12; Halaf n=5), continúan utilizándose morteros (*Late Neo.* n=3; Halaf n=7), algunos de los cuales pueden vincularse a nivel funcional con el descascarillado de cereales vestidos (cap.3.3.2). Estos nuevos datos difieren con el modelo anteriormente propuesto en relación a los poblados PPNB que continúan ocupados en el *Late Neolithic* como Ain Ghazal, Jericho, El Kowm y excepto Ras Shamra (Wright 1993), en los que parece producirse una reducción del utillaje de molienda y trituración.

En la zona del Oasis de Damasco, esta continuidad ya se observa en el periodo PPNB Reciente de tell Ramad, con un conjunto artefactual numeroso (n=228) y con presencia también de morteros y pilones. Ya en la fase cerámica de tell Aswad, poco conocida a nivel general (alta presencia de fosas de desechos donde aparecen la mayoría de útiles y pocos datos sobre el poblado en sí; Stordeur *et al.* 2010), el

---

<sup>2</sup> En relación a la presencia de morteros, hace falta recordar la presencia del tipo de molinos 1d documentados tanto en Jerf el Ahmar (cap.3.3.1) como en Mureybet (Nierle 2008), sobre los cuales fueron habilitadas superficies de percusión lanzada tipo mortero en un segundo estadio de utilización de los molinos (también denominados "molinos-mortero").

utillaje de molienda continua presente, sin variaciones significativas respecto al PPNB (materia prima, tipos de útiles, etc.).

## 4.2. Materia primera y estrategias de abastecimiento

En la figura III.1.1 se han mostrado los resultados de la determinación de la materia prima de los útiles en cada uno de los cuatro conjuntos estudiados. Entre ellos, el basalto es la roca mayoritaria en tres casos y con porcentajes diferentes (Halula=67,4%; Aswad=83,2%; Arqa=100%). Sin embargo, el yacimiento de cronología más temprana, Jerf el Ahmar (PPNA), se caracteriza por una variabilidad mayor en el espectro litológico, del cual destacan las rocas calizas como las más utilizadas (38,9%) y un conjunto de distintas rocas ígneas y metamórficas que fueron seleccionadas en forma de cantos procedentes de las terrazas del río Éufrates (ver cap. 3.1).

### 4.2.1. Estrategias de abastecimiento

Los resultados indican estrategias de abastecimiento diferentes entre los diversos yacimientos estudiados. Si bien Jerf el Ahmar y tell Halula se encuentran ubicados en un mismo contexto geológico y geomorfológico, el Valle medio del río Éufrates y, separados entre ellos por escasos km (fig.1.1.1), los fabricantes de molinos en Jerf el Ahmar establecieron una doble vía de captación de materias primas (explotación de fuentes primarias de acceso directo, las calizas y explotación de fuentes secundarias, cantos de río) mientras que en tell Halula se centraron más en la explotación de fuentes en posición secundaria (basaltos) y, en menor medida, se pudieron explotar fuentes primarias (calizas, y quizá basaltos). La elección de una estrategia u otra pudo estar motivada por la función asignada a los artefactos que se iban a manufacturar (ver *infra Función y uso de los artefactos*) o, por otro lado, pudo estar marcada por el grado de desarrollo de las estrategias de abastecimiento y explotación de fuentes de materias primas.

En Jerf el Ahmar (PPNA) se documenta la explotación de materias primas de acceso inmediato (0-2,5 km) y local (2,5-5 km) para diversas producciones (industria lítica, utillaje de molienda y trituración, arquitectura, etc.), a pesar de que también llegan objetos probablemente ya manufacturados sobre materias exógenas, como los vasos de piedra (Stordeur & Abbès 2002; Abbès 2007) y, exceptuando la obsidiana, cuyos núcleos son tallados en el propio poblado. Como se ha demostrado en el presente trabajo, en el caso del abastecimiento de materias primas para la confección del utillaje de molienda y trituración, estas producciones también serían abastecidas principalmente a partir de fuentes de materia prima de acceso inmediato (caliza) y local (cantos de río de litologías variadas).

En tell halula (PPNB), en cambio, la explotación de grandes bloques de basalto de procedencia regional (río Sejur, afloramientos primarios etc.) podría relacionarse con un desarrollo más notable de las estrategias de aprovisionamiento de materias primas que excedan el ámbito local como, por ejemplo, determinados tipos de sílex y la obsidiana (Borrell 2006; Borrell & Molist 2014); rocas semipreciosas

(calcedonia, turquesa, etc.), y elementos de cobre natural para la manufactura de cuentas de collar, etc. (Molist *et al.* 2009; Clop & Álvarez 2013). Todo este conjunto de materias exógenas indican que tell Halula participó en las redes de circulación de materiales y bienes (tanto de tipo subsistencial como simbólico) desarrolladas en el PPNB, y en las que participaron otros yacimientos del Éufrates como Akarçay tepe (Borrell & Molist 2014).

Ante este panorama, es posible realizar una primera aproximación a la evolución diacrónica de las estrategias de aprovisionamiento de materias primas líticas en el Valle medio del río Éufrates. En el PPNA de Jerf el Ahmar, la explotación de materias primas de acceso inmediato y local es mayoritaria (calizas, cantos de río de rocas varias, sílex, etc.) si bien, también llegan materias exógenas, aunque siempre a pequeña escala. En el caso del material de molienda del yacimiento vecino de Mureybet, los niveles PPNA (fases IIIA-III B) se caracterizan por la presencia de molinos principalmente en caliza (n=12) y, en menor medida, en basalto (n=3) (Nierle 2008). Más adelante, en el PPNB medio y final de tell Halula se asiste a un desarrollo muy significativo de las artesanías y producciones especializadas en la industria lítica (sílex y obsidiana), la ornamentación personal, productos textiles, etc., fenómeno que vendrá acompañado de una creciente llegada de materias primas exógenas (ver estudios en Molist 2013 Ed.). Es en este contexto socioeconómico en el que se identifica una mayor explotación de grandes bloques de basalto para los instrumentos de molienda en tell Halula, los cuales proceden de fuentes de tipo secundario (terrazas del Éufrates y del Sejur) y primario (posible explotación de afloramientos en la zona de Serin y Qalat Hadid, a 20-30 km de distancia de tell Halula).

Una situación parecida se documenta en Dja'de el Mughara, yacimiento situado al norte de Jerf el Ahmar y tell Halula, siguiendo el curso del río Éufrates, y datado a partir del PPNB antiguo. Según un estudio preliminar de aproximadamente el 50% del utillaje macrolítico de Dja'de (E. Tissier, inédito), el basalto vesicular es la roca mayoritaria del conjunto, a pesar de que también se documentan calizas de varios tipos, doleritas y cuarcitas. Además, a partir del estudio geológico realizado por Briand & Santallier (1999, inédito; ver cap. 3.1) con muestras de Dja'de y de otros yacimientos de la zona, los resultados parecen indicar que en la elaboración de molinos se explotaron con más intensidad los basaltos procedentes de coladas pliocénicas situadas a partir de los 10 km en dirección este y noreste del poblado. Por tanto, se trata de evidencias directas (análisis geoquímicos) sobre la explotación de fuentes primarias de basalto por parte de uno de los yacimientos PPNB del Valle medio del Éufrates, Dja'de el Mughara, para la fabricación de molinos. Estos datos permiten plantear estrategias similares en el caso de tell Halula, a pesar de que las distancias son mayores y, además, debe ser cruzado el curso del río para acceder directamente a las coladas basálticas analizadas por Briand y Santallier (1999, inédito).

Finalmente, cabe destacar la reaparición en el periodo Pre-Halaf y Halaf de tell Halula de estrategias de aprovisionamiento que potencian la explotación de las materias de acceso inmediato, en nuestro caso, las calizas que afloran en el entorno de tell Halula aunque siempre en combinación con producciones también de basalto (fig. III.3.46).

En tell Aswad (Oasis de Damasco), en cambio, pueden identificarse varios factores implicados en la elección de la materia prima. Por un lado, el poblado de tell Aswad se funda ya en el periodo PPNB (a

finales del *Early* PPNB), momento en el cual se han desarrollado importantes industrias macrolíticas de basalto en otros yacimientos desde el Natufiense hasta el PPNA, tanto en el Levante sur (Hayonim, Ain Mallaha, etc.) como en el Levante norte (Mureybet, Abu Hureyra I, etc.). Además, tell Aswad cuenta con una importante fuente primaria de rocas basálticas en su entorno local, la montaña Hijjané (ver cap. 3.1), de tal forma que el acceso a varios tipos de soportes y texturas de basalto (compacto / vesicular) y, también, de otras rocas ígneas como la pumita y el gabro resultó viable para los habitantes de este poblado. Por tanto, el uso del basalto para la manufactura de instrumental macrolítico sería adoptado en tell Aswad por su trayectoria en periodos precedentes además de constituir una estrategia que se verá favorecida por la proximidad a fuentes de materia prima muy ricas por su variabilidad textural y la disponibilidad de tamaños de soportes para elaborar útiles en basalto. En tell Ramad, yacimiento del PPNB Reciente, situado a pocos kilómetros de tell Aswad, también se utilizan con preferencia los basaltos para la manufactura de molinos, moletas, pilones y algunos morteros (de Contenson 2000).

Se han documentado, también, variaciones en los sistemas de abastecimiento de materias primas a lo largo de la secuencia neolítica de otras regiones del Próximo Oriente:

- **Levante Sur.** Existen áreas en las que la proximidad y el conocimiento sobre las fuentes de materia prima altamente cualificadas para la molienda de cereales (rocas basálticas) pudieron jugar un papel esencial en momentos muy tempranos, concretamente en el periodo Natufiense. En los yacimientos de Eynan, el-Wad y Hayonim, situados entre Galilea y el Monte Carmelo, se documenta ya una explotación centrada en el basalto para elaborar instrumentos de molienda y trituración. A pesar de la cercanía a fuentes en posición primaria de recursos líticos, en estos yacimientos se identifica la presencia de basaltos que, por su datación por K/Ar (estudio realizado por Weinstein-Evron *et al.* 1999), debieron proceder de áreas como el Golan y más al este del valle del Jordán. Por lo tanto, se debieron realizar contactos a larga distancia (ya sean intercambios, desplazamientos, etc.) para abastecerse de unos determinados tipos de basalto. Incluso, estos autores apuestan por una incipiente artesanía especializada en producir los artefactos macrolíticos entre los habitantes de regiones basálticas como los Altos del Golan o el Gebel Druze, en el sur de Siria, durante los periodos Natufiense y Neolítico.

- **Zagros Occidentales.** En el estudio realizado por Mazurowski (1997), se presentan los datos de las industrias macrolíticas de yacimientos como Nemriq 9 y M'lefaat (norte de Irak), contemporáneos al PPNA de Jerf el Ahmar. Según el autor, la variedad litológica documentada en estos poblados responde a una explotación de depósitos en posición secundaria, ya sean cantos fluviales o cantos rodados fruto de la erosión de las colinas del entorno. Entre otras, distintos tipos de areniscas y calizas constituyen las materias primas más utilizadas en la manufactura de molinos. Por tanto, se observa una situación similar a la del PPNA del Valle del Éufrates, ya que son explotadas con preferencia las materias primas del entorno inmediato y local a los poblados.

#### 4.2.2. *Materia prima / Categoría de útil*

En otros estudios (Gast 1968:60; Roux 1985:85; Procopiou 1998:31) se ha señalado que las moletas o partes activas del equipo de molienda se elaboran con rocas de la misma dureza o, incluso, de una dureza inferior a la roca del molino. Los equipos de útiles en percusión apoyada y en funcionamiento recíproco (molinos-moletas) generan un mayor desgaste sobre el ítem que se elabora con la roca de menor dureza y de menor resistencia a la fricción (ref. en Delgado *et al.* 2008). De esta forma, en las figuras III.3.4; III.3.46 y III.3.90 hemos podido asociar la materia prima utilizada en ambas partes, tanto del equipo de molienda como del de trituración, a lo largo de la secuencia de ocupación de los tres yacimientos. Los datos indican grados distintos de correspondencia entre materias primas de los útiles entre los diversos poblados.

En Jerf el Ahmar, la relación entre la materia prima de ambas categorías del equipo de molienda señalada previamente se ha invertido ya que se destina la roca de dureza superior (rocas ígneas y rocas metamórficas) para la elaboración de los útiles activos, las moletas y los pilones y se reserva el tipo de roca de menor dureza y menor cohesión (caliza) para la confección de los útiles pasivos, los molinos y los morteros. Además, esta correspondencia artefactual a nivel de materia prima se documenta tanto en el periodo principal PPNA de ocupación de Jerf el Ahmar como en el periodo de transición PPNA-PPNB.

En el equipo de molienda del PPNB de tell Halula se documentan útiles en basalto (vesicular y compacto) en la elaboración de molinos y moletas y, en algunos casos excepcionales, se han identificado ejemplares de moletas en caliza y en cuarcita. Por tanto, los ritmos de desgaste esperados se corresponden con el número de artefactos recuperados de ambas categorías (fig.IV.1.1), puesto que el número de moletas excede el número de molinos (el mayor desgaste de las moletas requiere de un número más elevado de ítems disponibles). A partir de la fase pre-Halaf, los molinos se elaboran mayoritariamente en basalto vesicular aunque se documenta un grupo de molinos en caliza. Respecto a las moletas, también se utilizaron ambas litologías, de tal forma que cabe suponer que ambas fueron alternadas (molino basalto – moleta basalto; molino caliza – moleta caliza; molino basalto – moleta caliza) para evitar ritmos de desgaste acelerados en las caras activas de los útiles de rocas de menor dureza y resistencia a la fricción (caliza). Finalmente, esta relación óptima a nivel de materia primera también se observa en el equipo de molienda de tell Aswad ya que todo el conjunto artefactual se elabora a partir de rocas basálticas, además de algún ejemplar en rocas ígneas como el gabro y la pumita.

Es importante destacar que la selección de las materias primas tiene diversas repercusiones importantes en el carácter técnico de los artefactos de molienda. De hecho, la **utilización masiva de las calizas**<sup>3</sup> para elaborar el conjunto de molinos y morteros de Jerf el Ahmar supuso la necesidad de manufacturar una gran cantidad de útiles debido a su rápido desgaste funcional. La contrapartida de esta elección se ve respaldada por dos aspectos positivos de las calizas: el acceso inmediato a las fuentes de materia prima

---

<sup>3</sup> A modo de ejemplo ilustrativo, en la zona de Chontal (Altiplanos mayas), Hayden (1987:190) comenta que la gente debe utilizar incluso, a falta de otras materias primas más aptas, la caliza para la manufactura de molinos. En San Mateo, en cambio, se utilizan molinos de caliza para procesar hierbas, calcita y para lavar la ropa, pero no para moler grano como función principal.

y la buena aptitud para la talla que presenta las rocas calizas en la manufactura de instrumentos de molienda.

#### 4.2.3. *El papel del basalto en la producción de instrumentos de molienda y trituración*

Las rocas basálticas, entre otras rocas como las calizas y las areniscas, constituyen la materia prima más explotada para la elaboración del utillaje de molienda y trituración de gran parte del Levante mediterráneo, y de otros muchos contextos históricos y geográficos, tanto en el Viejo Mundo como en el Nuevo Mundo (Hayden 1987; Wright 1992b; Schneider 2002; Dubreuil 2002; Peacock 1980). Sus propiedades mecánicas, descritas en el cap. 3.1 (resistencia a la fricción; capacidad abrasiva, rejuvenecimiento automático de la rugosidad de la superficie, etc.), las convierten en una de las mejores opciones para procesar granos de cereal, entre otras producciones de tipo secundario. La larga “vida de uso” de los útiles elaborados en basalto les permite convertirse en artefactos de uso diario y participar en actividades tan esenciales como la preparación de la comida.

A partir de los nuevos datos obtenidos, es posible proponer que la explotación del basalto en el contexto del Levante mediterráneo ha seguido una evolución diferente entre distintas zonas de esta región y entre diversos periodos cronológicos desde el Paleolítico Superior hasta la Edad del Bronce. Si bien los implementos de molienda en basalto ya se documentan desde los yacimientos más tempranos del Levante sur y ya se desarrollan notablemente en el Paleolítico Superior (c. 10500 BP), éstos se convierten en producciones mucho más elaboradas y numerosas a partir del periodo Natufiense (12800 BP) hacia adelante (Bar-Yosef & Valla 1991; Wright 1992b; Weinstein-Evron *et al.* 1999; Dubreuil 2002). Como comentábamos más arriba, se produce una explotación sistemática de una zona volcánica concreta, la zona más septentrional del Levante sur (Golan, Galilea, norte del valle del Jordán, etc.) en la cual los análisis geoquímicos y las dataciones por K/Ar sitúan la principal fuente de extracción de basalto de toda la región (Rutter 2003; Weinstein-Evron *et al.* 1999).

Para la zona del Valle medio de río Éufrates contamos con la información que proporciona el yacimiento natufiense de Abu Hureyra I. La mayor parte de los implementos de molienda están elaborados en basalto, materia prima que según Moore (2000:165-166) sería captada mediante dos vías de aprovisionamiento. En el caso de los molinos de gran tamaño, el autor propone la explotación de fuentes en posición primaria existentes en el área de Khanasir, a 80 km al oeste de Abu Hureyra (Moore 2000, fig.7.1). Sin embargo, como es habitual en contextos de ribera, las moletas y demás útiles de menor tamaño, serían abastecidos a partir de las terrazas fluviales del Éufrates (fuentes en posición secundaria de acceso inmediato-local). Cabe destacar que Moore no realizó ningún estudio petrográfico ni geoquímico que le permita avalar sus propuestas.

A continuación, en el periodo PPNA, los datos obtenidos en Jerf el Ahmar (cap. 3.3.1) y Mureybet (Nierle 2008) (ver *supra*) sugieren una explotación centrada en las materias de acceso local (calizas), mientras que el reducido número de molinos en basalto documentados no permite proponer una explotación de afloramientos primarios de este tipo de roca que impliquen grandes desplazamientos o intercambio con otras áreas. Las estrategias de explotación del basalto vuelven a aparecer en el PPNB de Dja'de y de tell



Halula en el valle medio del río Éufrates y en tell Aswad y tell Ramad en el Oasis de Damasco (Levante central). Los poblados PPNB del Valle medio del río Éufrates sí participan en los sistemas técnicos de abastecimiento a escala regional, obteniendo bloques de basalto de afloramientos primarios lejanos.

Desde un punto de vista técnico, la selección del basalto como materia prima en la elaboración de molinos y moletas constituye una gran ventaja en lo que a efectividad en la molienda se refiere. Por este motivo, la explotación del basalto a partir del periodo PPNB debe ser puesto en relación con dos fenómenos socio-económicos que se dan lugar en este periodo: la consolidación de las prácticas agrícolas centradas en la explotación de cereales y leguminosas y el desarrollo de artesanías cada vez más especializadas. Además, la vinculación del material de molienda con estas dos esferas productivas, agricultura y artesanías, ha sido demostrada mediante el análisis funcional del utillaje de tell Halula y tell Aswad (ver infra, cap.4.4).

De esta forma, la **explotación de las rocas basálticas** se convertirá en todo un fenómeno generalizado en muchas regiones, del cual tell Halula y tell Aswad participarán, entre otros yacimientos neolíticos y, sobre todo en el Edad del Bronce, como hemos visto en el ejemplo de producciones especializadas en la molienda de cereal en tell Arqa (cap. 3.3.4).

### 4.3. Manufactura, morfometría y mantenimiento: evolución tecnológica de los artefactos

#### 4.3.1. *El rol de las formas: ¿qué grado de selección de los soportes?*

La morfología general en planta<sup>4</sup> de los molinos es siempre de tendencia oval / lenticular en todos los yacimientos estudiados, a excepción de algunos ejemplares rectangulares en tell Halula y tell Aswad y circulares en Jerf el Ahmar y tell Halula (ver cap.3.3.1-3.3.2). De esta forma, se constata que la mayor parte de los soportes son escogidos por su morfología natural de tendencia elipsoidal en tell Halula y rectangular en tell Aswad, a excepción de algunos ejemplares del grupo 1 de molinos, los cuales han recibido una mayor atención técnica (ej. AW117, fig.III.3.96b). En el caso de Jerf el Ahmar, la materia prima mayoritariamente utilizada, la caliza, se presenta en los afloramientos primarios en forma de bloques irregulares o paralelepípedos que precisan de una manufactura considerable en los contornos para conseguir formas de tipo elipsoidal, oval o circular en planta. En este sentido, es posible proponer un mayor grado de selección de los soportes para molinos en los yacimientos PPNB, Halula y Aswad que en el caso de Jerf el Ahmar, datado en el PPNA.

Respecto a las moletas, las morfologías generales en planta responden siempre a las que habitualmente presentan los cantos de río, con formas elípticas / ovales y, en algunos casos, de tendencia circular. La selección de cantos fluviales es una estrategia común tanto en la producción de moletas de Jerf el Ahmar como en tell Halula. En cambio, la posibilidad de que en tell Aswad se exploten bloques del afloramiento primario de Hijjané (ver cap. 3.1) ha sido planteado como la hipótesis más plausible en relación a la manufactura del utillaje en basalto. Por este motivo, se han registrado grados elevados de modificación de las moletas de tell Aswad (fig. IV.3.1).

Para la fabricación de los pilones, en Jerf el Ahmar y tell Halula se explotarían igualmente los depósitos secundarios fluviales, donde fueron seleccionados los soportes que mejor cumplían el modelo morfométrico de pilón alargado, cilíndrico o cónico y de sección circular u ovalada. En general, el grado de modificación de los pilones es reducido, sin grandes transformaciones morfológicas, y más centrado en conseguir superficies uniformes en el contorno que faciliten el manejo por parte del usuario. Por otro lado, en tell Aswad, los pilones presentan un mayor grado de modificación general del soporte debido a que, probablemente, se trate de fragmentos tallados o desprendidos del afloramiento primario de basalto de Hijjané, los cuales requieren de una mayor inversión de trabajo en su transformación morfológica.

Finalmente, los morteros son elaborados predominantemente en caliza, tanto en tell Halula como en Jerf el Ahmar donde la materia prima está disponible en varios tamaños y morfologías. Se trata de una categoría de útil que demanda una elevada inversión de trabajo en su manufactura (formatización, creación de la concavidad de la cara activa, acabado de las paredes, etc.), por lo que resulta esencial seleccionar un soporte adecuado a nivel morfométrico antes de iniciar el proceso de manufactura. En tell Aswad, los pocos ejemplares de morteros hallados corresponden a ítems de pequeño tamaño

---

<sup>4</sup> La morfología en sección de los artefactos de molienda es tratado en el cap.4.4, puesto que se trata de un aspecto vinculado al uso de los artefactos más que al proceso de manufactura de los mismos.

elaborados en basalto, gabro y pumita, materias primas que se encuentran disponibles en la montaña cercana de Hijjané y que serían fácilmente accesibles dadas sus reducidas dimensiones.

#### 4.3.2. *Tecnología de manufactura*

Para el análisis de la tecnología de manufactura se han considerado dos variables principales que nos permiten realizar una primera aproximación al grado de modificación de los útiles durante el proceso de manufactura. Como se ha visto en el capítulo 3.3. de manera detallada, el primer indicador es el del grado de modificación del contorno en los útiles de molienda (fig.IV.3.1).

En el caso de los molinos, observamos como el grado de transformación del contorno se sitúa habitualmente entre los grados intermedios (grados 1 y 2) en Jerf el Ahmar y tell Halula donde, además, existen pocos útiles que no presenten modificación (grado 0). En Jerf el Ahmar destaca un grupo de molinos con una inversión de trabajo mayor (grado 3) que, como hemos comentado anteriormente, debe ser puesto en relación con el tipo de materia prima utilizada en este caso (caliza) y el formato en el que son obtenidos los soportes (bloques irregulares de un afloramiento en posición primaria). En tell Aswad se observa una situación diferente ya que un 27,3% de los contornos de los útiles se encuentran sin formatear y el subgrupo más numeroso (36,8%) sólo alcanzan el grado 1 (talla o piqueteado del contorno). En este caso, no sólo la procedencia de los bloques de materia prima son factores implicados en la manufactura sino que, en tell Aswad, la tipología del molino y su funcionalidad también determinan el proceso de manufactura tal como se mostrará en el cap. 4.4.

Respecto al contorno de las moletas, es posible observar una determinada evolución diacrónica en el tratamiento de los soportes fluviales del Éufrates para manufacturar moletas en Jerf el Ahmar y tell Halula. De esta forma, el 83,7% de las moletas de Jerf el Ahmar no presentan trazas de manufactura en el contorno mientras que en tell Halula, los mayores porcentajes se observan entre el grado 1 y 2 de modificación del contorno. A pesar de que se trate de una comparación directa de tan sólo dos yacimientos, los resultados son significativos si se ponen en relación con el resto del análisis tecnológico y funcional del utillaje de molienda. Finalmente, destacan los datos obtenidos en los contornos de las moletas de tell Aswad. Como se ha planteado en anteriores ocasiones, la selección de determinadas fuentes de materia prima determina el proceso de manufactura de los artefactos, puesto que los bloques recolectados en afloramientos en posición primaria no presentan las morfologías elipsoidales que son formateadas de forma natural en el caso de los cantos fluviales. Por tanto, las moletas de Aswad deben ser manufacturadas en sus contornos y es por ello que se documenta un alto porcentaje de grado 2 (secuencias de talla+piqueteado; piqueteado+abrasión) de modificación.

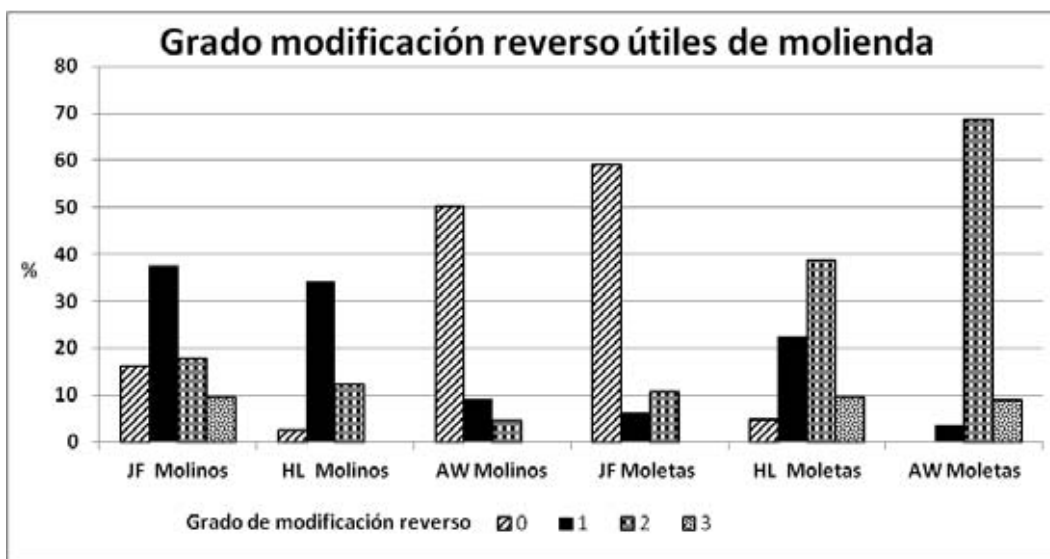
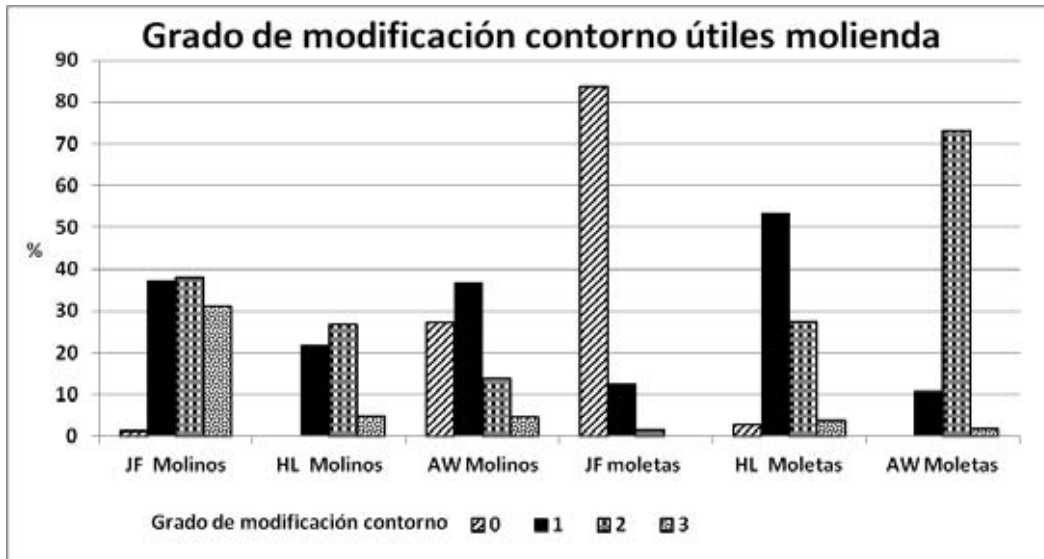


Fig.IV.3.1. Grado de modificación del contorno (arriba) y del reverso (abajo) de los útiles de molienda (MOLIN=molinos; MOLET=moleta) de Jerf el Ahmar (JF), tell Halula (HL), y tell Aswad (AW). No se han incluido en la tabla los porcentajes de útiles con trazas de manufactura indeterminadas ni imperceptibles.

La segunda variable analizada, el grado de modificación del reverso, constituye un elemento complementario en el análisis sobre el grado de inversión técnica que presentan los útiles de molienda y trituración. Comparando ambos gráficos y exceptuando el reverso de las moletas de tell Halula y tell Aswad, ambas categorías de útiles son modificadas con menor intensidad en la parte reversa del artefacto que en el caso del contorno. Respecto a los molinos de Jerf el Ahmar y tell Halula, una mayoría de molinos presentan leves trazas de manufactura en el reverso (grado 1) y, en menor medida, se

registrar grados 2 y 3 de modificación. Incluso, en Jerf el Ahmar, se documentan un subgrupo (16%) que no ha sido modificado. En este sentido, tell Aswad vuelve a destacar por su baja inversión de trabajo en un porcentaje muy alto de molinos sin trazas de manufactura en el reverso, resultados que deberán ser puestos en relación con el análisis tipológico y funcional.

Para el caso del reverso de las moletas, en cambio, si bien la evolución diacrónica es similar a la observada más arriba entre los contornos de las moletas de Jerf el Ahmar (PPNA) y tell Halula (PPNB-Halaf), los porcentajes más altos de inversión de trabajo en el reverso se documentan entre las moletas de tell Aswad. De nuevo, las moletas de tell Aswad deben ser manufacturadas en sus reversos mediante secuencias de talla, piqueteado y abrasión para asegurar la buena presión del útil.

Por tanto, a partir de la consulta de las tablas de cada yacimiento (cap.3.3.), y de manera más amplia, en la síntesis que acabamos de comentar, podemos proponer que el grado de inversión técnica de los artefactos se encuentra, en primer lugar, relacionado con la morfometría del bloque de materia prima escogido para elaborar cada útil. Sin embargo, se observan casos en los que se documenta un mayor grado de transformación en los útiles de las etapas más recientes (PPNB-Halaf), sobre todo en el caso de las moletas en el contexto del valle medio del río Éufrates, coincidiendo con un mayor afianzamiento de las prácticas agrícolas. Se trata de modificaciones más intensas de la morfología general del artefacto para mejorar su presión por parte del usuario, así como mejorar su adaptabilidad con el molino con el que será accionado. En este sentido, debemos señalar que el análisis tecnológico por tipo de molino sugiere claramente un mayor grado de modificación y, por tanto, una mayor inversión de trabajo en la manufactura y preparación de los molinos del grupo 1, destinados al procesado de cereales.

#### 4.3.3. Evidencias de manufactura y mantenimiento

El análisis realizado ha podido documentar una serie de evidencias directas de manufactura, que, junto al análisis general, permiten describir cómo se realizó el proceso de fabricación de los ítems. Se trata de datos escasos, enmascarados tras posteriores trazas de uso de los ítems pero muy relevantes puesto que no se han podido identificar restos de producción (lascas, fragmentos, útiles inacabados, etc.).

Tras la obtención del bloque de materia prima, ya sea en depósitos en posición secundaria como en afloramientos primarios, se llevó a cabo una **secuencia básica de talla** para formatear, con mayor o menor intensidad, el bloque que se convertirá en útil.

De esta forma, a partir de los datos obtenidos y en relación a los tres casos analizados, la estrategia de fabricación de artefactos de molienda y trituración podría inscribirse en lo que Wilke y Quintero (1996) denominan *Quarry-and-production sites*. La ausencia de restos de talla en el registro material de los yacimientos nos induce a plantear que las primeras secuencias de manufactura de los artefactos no se llevaron a cabo en los poblados, sino en el propio lugar de captación de los bloques de materia prima. Lo cierto es que existe un elevado riesgo de fractura de los bloques durante el proceso de reducción y talla, por lo que el transporte de grandes bloques sin formatear hasta el propio poblado podría verse frustrado si se producen fracturas durante la talla. Tanto las terrazas fluviales como los afloramientos en

posición primaria habrían servido como canteras y, a la vez, como talleres de manufactura de útiles, al menos de los primeros estadios de reducción del bloque y formatización mediante talla.

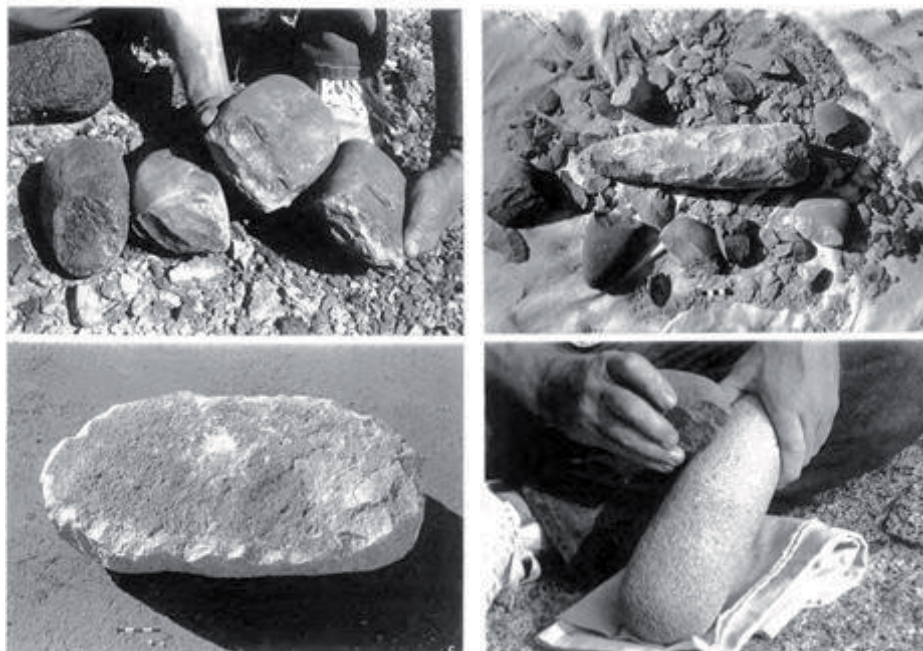


Fig. IV.3.2. Wilke & Quintero (1996, Plate 2a y c, 3a y c) útiles identificados en puntos de reducción en canteras del lower Colorado River y útiles de molienda experimentales.

Por otro lado, la reutilización de los pilones como percutores, tal como indican las trazas de percusión intensa y la extracción de lascas en las caras activas observadas en los tres yacimientos, podría ser vinculado con las secuencias de desbastado y formatización de útiles de molienda y trituración. A modo de propuesta preliminar, el uso de los pilones como percutores podría complementar el utillaje de percusión utilizado en cada poblado para la elaboración de los artefactos de molienda y trituración. En el caso de Jerf el Ahmar y tell Aswad, existen útiles como las *herminettes* (Brenet *et al.*, 2001; Sánchez-Priego 2002; Sánchez-Priego/Brenet 2007) y los percutores y hachas (Sánchez-Priego, 2008 inédito), con trazas intensas de aplastamientos, redondeamiento del corte y desconchados y desprendimiento de lascas que deben vincularse con un trabajo en percusión directa sobre materias duras minerales como podría ser el caso de los basaltos y demás rocas sobre las que fue elaborado el utillaje de molienda y trituración.

Posteriormente, la mayor parte de los artefactos presentan **secuencias de piqueteado** (reducción de las superficies mediante percusión lanzada con un percutor) para acabar de definir la forma final del contorno y del reverso. Finalmente, tal como indican las trazas de manufactura de una serie más reducida de artefactos, en determinados casos se llevó a cabo una **secuencia final (optativa) de abrasión** de las superficies para conseguir topografías más alisadas que, incluso, pudieron llegar a

generar **pulidos**, especialmente en el reverso de las moletas. Estos pulidos se formaron mayoritariamente por el contacto con la mano de usuario del artefacto, tal como indican el aspecto lustroso de las zonas que presentan pulidos.

Las secuencias de piqueteado y abrasión pudieron realizarse ya en el poblado, puesto que se trata de etapas en las que el riesgo de fractura del bloque de materia prima es mucho menor. Además, durante el proceso final de formatización de molinos y moletas, es recurrente el hecho de que, tanto la cara activa del molino como la de la moleta, se acaben de acoplar a un nivel morfológico mediante una secuencia de abrasión recíproca entre ambas caras, simulando lo que será el proceso de molienda (movimientos de vaivén, circular, etc.). Por tanto, es probable que los últimos estadios de fabricación se llevaran a cabo en el propio poblado e incluso por las personas que constituirán los futuros usuarios de cada equipo de molienda.

Una atención especializada recibe el **tratamiento de la superficie activa**. El análisis realizado ha proporcionado un gran número de ejemplos de útiles en los cuales el proceso de manufactura se ha centrado exclusivamente en preparar la superficie que actuará como cara activa del artefacto.

#### 4.3.4. *Caracteres especiales para mejorar el funcionamiento de los equipos de molienda*

El análisis morfológico y traceológico del utillaje de molienda ha proporcionado varios ejemplos de caracteres o dispositivos especiales en los útiles destinados a mejorar el funcionamiento del equipo de molienda. Estas evidencias son especialmente relevantes para el análisis de la evolución tecnológica del utillaje de molienda en relación a la aparición de las prácticas agrícolas.

Uno de los caracteres documentados que mejoran el trabajo de la molienda es la **apertura de un extremo de la cara activa de los molinos** ("*ouverture en bout*", según Nierle 1983) (Fig. III.3.11a). Se trata de una característica documentada por primera vez en el conjunto PPNA de Jerf el Ahmar y, también, en un ejemplar del PPNB de tell Aswad (AW117, fig.II.3.96.). Siguiendo a Nierle (19983), se trata de una necesidad de tipo práctico con el fin de habilitar un área de evacuación para la materia trabajada durante la molienda. Además, según indica la autora, esta modificación sobre los molinos podría presentar una significación cronológica propia del PPNB de Palestina (Jericho, Beidha) y de momentos anteriores (PPNA de Mureybet y Cheikh Hassan) en el valle del Éufrates. Sin embargo, hemos podido constatar que se trata de una característica documentada en varias cronologías y en distintos contextos históricos (ver por ej. Adams 2002) que, sin embargo, sí guarda una especial relación con el procesado de cereales (molinos del grupo 1).

Otro grupo de caracteres especiales se centran en los **sistemas de sujeción de los molinos y las moletas**. Para los molinos, se ha documentado la morfología plana del extremo proximal del útil, el cual actúa como tope para mejorar la fijación durante la molienda, de manera que el molino se mantiene más estable. Este dispositivo a nivel morfológico se documenta en algunos molinos de Jerf el Ahmar, un probable caso en tell Halula y algunos casos dudosos en tell Aswad. En el caso de las moletas, las

secciones en forma de triángulo del reverso mejoran notablemente el manejo de la moleta en movimientos de vaivén. Esta característica morfológica se observa en diversas moletas de tell Aswad.

### ***El reavivado de las superficies de molienda de granos: Estrategias de mantenimiento***

El rejuvenecimiento o reavivado de las superficies de molienda mediante el piqueteado constituye un mecanismo constante por parte de los usuarios para poder utilizar el utillaje de forma habitual (incluso diaria) y para mantener la efectividad técnica de los artefactos (ej. en Gast 1968; Roux 1985; Proopiou 1998). Roux (1985) describe el reavivado de las superficies activas como el elemento físico que tiene un rol funcional en la molienda de cereales. Según la visión de esta autora, la molienda es una actividad cotidiana en las sociedades agrícolas, por lo que los útiles de molienda demandan un reavivado constante de las superficies abrasivas para que la molienda se considere eficaz.

Tras el análisis traceológico de las superficies activas, se ha podido constatar la presencia de piqueteado en prácticamente todo el conjunto de molinos y moletas analizado (exceptuando algunos molinos del grupo 2). Además, cabe destacar la existencia de varios estadios de desgaste de las superficies con fosillas y trazas de piqueteado en algunos ejemplares, principalmente molinos del grupo 1. Por tanto, el proceso de reavivado por piqueteado es un fenómeno constante a lo largo de la vida de uso de los artefactos de molienda y, en especial, ligado al procesamiento de granos de cereal. Esta asociación funcional entre las secuencias de reavivado y los útiles (grupo 1) para el procesado de cereales contrasta con otros tipos de útiles que, a nivel traceológico, hemos relacionado con otras esferas técnicas distintas al procesado de cereales (grupo 2; ver cap.4.4) y que son útiles que no presentan a penas secuencias de reavivado por piqueteado.

#### ***4.3.5. El tamaño de los útiles: Evolución diacrónica***

La métrica de los artefactos constituye otra de las variables implicadas en el desarrollo tecnológico de los artefactos de molienda. De esta forma, resulta evidente que cuanto mayor es la superficie activa del molino, mayor cantidad de materia a trabajar puede ser procesada y, por consiguiente, lo mismo sucede con las moletas. Por ello, tomaremos la longitud de los artefactos como indicador del tamaño general de cada categoría de útil.

En la tabla de la fig.IV.3.3. se observa, en primer lugar, la presencia de útiles de varios tamaños durante toda la secuencia representada por los tres yacimientos. Concretamente, en Jerf el Ahmar (PPNA) se documenta un mayor número de molinos de grandes dimensiones. Posteriormente, en las series PPNB de tell Halula y tell Aswad, a pesar de que el número de artefactos contabilizados es mucho menor debido a la conservación de los artefactos, los ítems de grandes dimensiones dejan de destacar ante los de menos tamaño, tendencia que se mantendrá en los periodos cerámicos de tell Halula (tell Aswad sin datos).



En el caso de las moletas, la secuencia cronológica iniciada en Jerf el Ahmar (PPNA) vuelve a destacar por una leve primacía de los ítems de mayor longitud que, en este caso sí tendrá continuidad en el PPNB de tell Halula y en los periodos cerámicos de tell Halula y tell Aswad.

		Long <225-350 mm	Long >350 mm
TAMAÑO MOLINOS	JERF EL AHMAR (PPNA)	11	27
	HALULA (PPNB)	3	2
	ASWAD (PPNB)	1	1
	HALULA (PreHalaf-Halaf)	4	2
	ASWAD (Neo.Cerám.)	0	0

		Long <100-150 mm	Long 150-250 mm	Long > 250 mm
TAMAÑO MOLETAS	JERF EL AHMAR (PPNA)	62	88	2
	HALULA (PPNB)	1	9	1
	ASWAD (PPNB)	2	2	0
	HALULA (PreHalaf-Halaf)	0	9	3
	ASWAD (Neo.Cerám.)	1	3	0

Fig. IV.3.3. Distribución absoluta del número de útiles documentados según tamaño de los molinos (arriba) y de las moletas (abajo) por yacimiento / periodo histórico. Sólo se contabilizan los ítems enteros o enteros frag., de ahí el reducido número de artefactos en tell Halula i tell Aswad.

Por tanto, de forma general y sin considerar factores posiblemente implicados como el tipo de fuentes de materia prima explotados en cada caso y la variabilidad tipológica y funcional que puede afectar la distribución comentada (ver cap. 4.4), es posible proponer una tendencia mayoritaria en relación a progresión métrica de los implementos de molienda a partir del neolítico.

Se observa un cambio continuo desde las moletas en forma de cantos redondeados y ovales y de pequeño tamaño del Natufiense (Dubreuil 2002) y de los yacimientos del Zagros (Zawi Chemi Shanidar, Nemriq 9, entre otros, ver en Mazurowski 1997), hacia las moletas **elípticas, cada vez más largas y de**

**mayor grado de elaboración**, documentadas en Jerf el Ahmar (PPNA-transición PPNB) y, sobre todo, de tell Halula (PPNB y *Late Neolithic*). Se trata de un cambio morfológico vinculado al funcionamiento de los equipos de molienda, evidenciado por una estandarización de los equipos 1a de vaivén, que cada vez más tienen una superficie activa más amplia para optimizar el trabajo con el utillaje de molienda. Por tanto, más que aumentar el tamaño de los molinos para cereal, ha sido posible observar un aumento del tamaño de las moletas a lo largo de la secuencia cronológica analizada.

En el caso de los pilones, los datos incluidos en las tablas del cap.3.3. indican que, mientras el conjunto PPNA de Jerf el Ahmar presenta una longitud media de 184 mm (con algún ejemplar de 285 mm), la mayoría de pilones en tell Halula no supera los 150 mm de longitud y, en tell Aswad, no superan los 170 mm de longitud.

Finalmente, el reducido número de morteros documentados considerando las tres series artefactuales no permite aportar datos concluyentes en relación a la evolución métrica de esta categoría de útiles. Sin embargo, entre Jerf el Ahmar y tell Halula se observa una diversificación tipológica de los morteros, puesto que en Jerf el Ahmar se documentan principalmente morteros de dimensiones medias y pequeñas (grupo 1) y, en tell Halula, se amplía el espectro tipológico de los morteros (grupos 1 y 2). Tal como se ha comentado en los capítulos anteriores de metodología (cap. 2.4) y análisis (cap.3.3.), las diferencias morfométricas en el caso de los morteros pueden constituir, junto a las evidencias trazas de uso, evidencias de una diferenciación funcional que será comentada en el cap. 4.4.

Para concluir este apartado, es significativo que uno de los postulados del trabajo de Wright (1993, 2000) destacase el aumento del número, del tamaño y de la diversidad de instrumentos macrolíticos durante el neolítico levantino. Tal como hemos visto, en el caso del Valle medio del río Éufrates, no aumenta ni el número de artefactos ni el tamaño en determinados casos (sí en las moletas y morteros) aunque sí aumenta la variedad tipológica y también funcional del utillaje.

#### 4.4. Tipología, función y usos de los artefactos

##### 4.4.1. Definición de tipos de útiles y gestos técnicos asociados

El sistema de clasificación de útiles basado en tipos que hemos realizado en el presente trabajo se ha regido por el modo de funcionamiento del artefacto y su asociación o no con otro útil en funcionamiento recíproco (molino – moleta). El resultado del análisis tipológico se muestra en la fig. IV.1.1.

			TIPOLOGÍA MOLINOS / MOLETAS				
			JERF EL AHMAR - PPNA	HALULA PPNB	ASWAD PPNB	HALULA Late Neo.-Halaf	ASWAD Neo.Ceram.
GRUPO 1	Tipo 1A	Molinos	69	5	2	7	1
		Moletas	87	12	7	15	6
	Tipo 1B	Molinos	7	1		6	
		Moletas	3	1	1	1	
	Tipo 1C	Molinos	29				
		Moletas	51		1		
	Tipo 1D	Molinos	16				
		Moletas	34		2		
	Tipo 1 indet	Molinos		2		1	
		Moletas		3		5	
GRUPO 2	Molinos			6	7	5	
	Moletas		9	9	7	5	

Fig. IV.4.1. Resultados de la clasificación tipológica de molinos y moletas en los tres yacimientos neolíticos.

Además, para los útiles en funcionamiento recíproco, hemos completado el análisis considerando la morfometría de la cara activa ya que es un requisito técnico fundamental el hecho que exista una buena correspondencia morfométrica entre la cara activa de los molinos y la de las moletas. Los resultados de las tres series arqueológicas analizadas se muestran en el gráfico de la fig. IV.4.2.

De esta forma, en el poblado más antiguo datado en el PPNA, Jerf el Ahmar, se registra una notable variabilidad y cantidad de molinos y moletas funcionando en percusión apoyada difusa, sobre todo, mediante movimiento de vaivén (tipo 1a), circular/libre (1b), combinación de vaivén y circular/libre (tipo 1c). Además, destaca de la presencia de molinos y moletas que, en un segundo estado de uso, se combinan la percusión lanzada con la percusión apoyada (tipo 1d). A nivel morfométrico, se han podido identificar 3 módulos de aparejamiento entre molinos y moletas (más un cuarto dudoso por la ausencia de molinos de sección transversal convexa, ver detalles en cap. 3.3.1.)

En el poblado de tell Halula (PPNB Medio – Halaf), el espectro tipológico del grupo 1 se reduce (tipo 1a y tipo 1b y dos ejemplares de moletas 1d), pero aparecen dos nuevos módulos de apareamiento entre molinos y moletas en base a la morfometría de los artefactos. Se trata de un tercer módulo formado por útiles del tipo 1a de dimensiones más pequeñas; y de un cuarto módulo del tipo 1a en el que se combina, en funcionamiento recíproco, un molino de sección transversal convexa y una moleta larga de sección longitudinal cóncava. Esta asociación morfométrica formada por una moleta que sobrepasa la anchura del molino acaba generando, debido al desgaste por frotación entre ambas caras activas, un nuevo módulo diferente a los demás.

Por otra parte, en tell Aswad, los modos de apareamiento entre molinos y moletas se reducen a dos módulos a nivel métrico para el tipo 1a. En algunos de los escasos molinos 1a documentados en tell Aswad, se observa la aparición de una segunda cara activa de percusión lanzada que, a diferencia del tipo 1d de molinos (creación de una cúpula central), estos ejemplares no dejan de utilizarse como molinos de vaivén.

En este sentido, respecto a los modos de apareamiento, cabe destacar una posible evolución de las caras activas a nivel morfológico, las cuales, junto a las trazas de uso, nos informan sobre el modo en el que fueron utilizados los artefactos. Para este análisis (fig. IV.4.3) hemos creído conveniente incluir los resultados del conjunto artefactual de tell Arqa, datado en la Edad del Bronce (cap. 3.3.4.), con el objetivo de tener como referencia un utillaje especializado en el procesado de cereales, sin entrar a valorar el contexto socioeconómico del que proviene esta muestra.

Las caras activas de los útiles de molienda constituyen las partes anatómicas que más se modifican a lo largo de la vida de uso del artefacto. Siguiendo a Procopiou (1998), molinos y moletas presentan caras activas con sección recta tras el proceso de manufactura y es mediante el uso combinado con otro útil de molienda cuando éstas se van desgastando paulatinamente hasta adaptarse el uno a otro, generando distintos perfiles morfológicos en ambos ejes: transversal y longitudinal (convexo, cóncavo, plano).

En el conjunto artefactual de Jerf el Ahmar (PPNA), los molinos del grupo 1 son, en su mayoría, de sección convexa en ambos ejes ya que son utilizados con moletas de secciones recta a convexa. En tell Halula, ya entrando en el periodo Pre-Halaf, aparece un nuevo módulo morfométrico que anunciábamos más arriba, según el cual se combinan una moleta de sección longitudinal convexa con un molino de sección transversal cóncava. Se trata de un módulo que no documentamos en tell Aswad, yacimiento donde el equipo de molienda del grupo 1 tiene poco peso en el conjunto artefactual a partir de los datos obtenidos (fig.IV.4.1).

Finalmente, a modo de comparación con un equipo de molienda de cronología mucho más reciente y procedente de un contexto especializado en el procesado de cereales, se observa que el conjunto artefactual de tell Arqa se caracteriza por una variedad aún mayor de módulos morfológicos. De esta forma, se han documentado molinos y moletas de distintas morfologías en sección que nos permite plantear, a modo de hipótesis, que el desarrollo de las técnicas de procesado de cereales pudo favorecer la aparición de un utillaje de molienda mucho más variado en cuestión de gestos técnicos y módulos morfométricos.

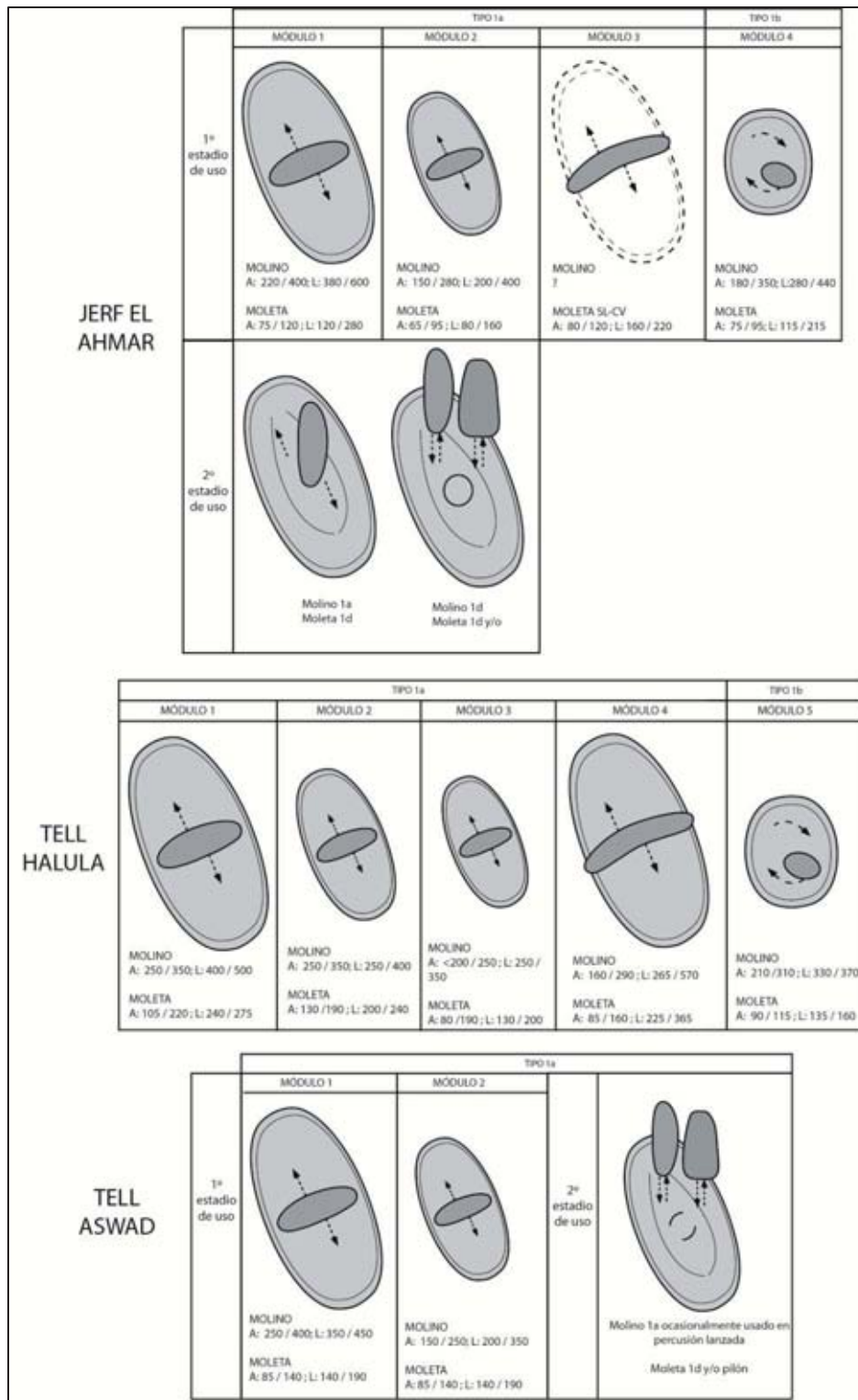


Fig. IV.4.2. Propuesta de módulos de aparejamiento a nivel morfométrico entre molinos y moletas de las tres series neolíticas estudiadas (Jerf el Ahmar, tell Halula y tell Aswad).

Morfología en sección					
SecTransv	SecLong	MOLINOS JERF	MOLINOS HALULA	MOLINOS ASWAD	MOLINOS AROA
		155	11	9	33
		1	4	0	10
		0	2	1	15
		0	1	0	3
		2	0	6	0
Indet		5	23	6	13

Morfología en sección					
SecTransv	SecLong	MOLETAS JERF	MOLETAS HALULA	MOLETAS ASWAD	MOLETAS AROA
		24	14	1	21
		97	9	12	52
		5	5	0	19
		16	0	7	4
		49	5	21	19
		16	1	0	8
Indet		1	56	16	18

Fig. IV.4.3. Resultados del análisis morfológico de las caras activas de molinos y moletas de las cuatro series analizadas.

#### 4.4.2. Tipología y asignación funcional

Llegados a este punto del análisis funcional de los artefactos, realizaremos una síntesis de los resultados obtenidos en cada uno de los tipos de útiles descritos, vinculando el análisis de superficies a diferentes aumentos y métodos de medición, con los análisis de residuos (cap. 3.3 y 3.4).

##### *Grupo 1 de molinos y moletas*

La lectura traceológica de este grupo de molinos y moletas indica un uso principal en el **procesado de cereales, especialmente la molienda** aunque no pueden descartarse usos secundarios con materias que no dejen residuos indeseados como, por ejemplo, las leguminosas (sobre todo *Lens*, en Jerf el Ahmar y tell Halula). De cualquier modo, la función principal de este tipo de útiles es la molienda de cereales, tal como ha sido comprobado mediante los siguientes indicadores:

- La comparación con las secuencias experimentales que han procesado cereales como *T.dicoccum*, *T.aestivum* y *H. distichum* (cap. 3.2, grupo experimental 2).
- Los resultados del análisis de superficies. La caracterización macroscópica de las superficies arqueológicas analizadas ha permitido definir un tipo de textura de pulido denominado *micropitted* que, a nivel experimental, ha sido observado exclusivamente en las secuencias de procesado de cereales. Además de la caracterización de tipo cualitativo de este tipo de pulidos, los cuales también han sido documentados de forma similar en instrumentos de molienda de yacimientos neolíticos de la cultura LBK (Verbaas & Van Gijn 2007), se ha procedido a completar el análisis con una caracterización cuantitativa de las superficies pulidas. Los análisis mediante diversos parámetros de cuantificación (fig.III.4.12) han dado como resultado una correlación entre las muestras experimentales de molienda

de cereales con las muestras arqueológicas procedentes de útiles del grupo 1 de las tres series analizadas (muestras en basalto de tell Halula, tell Aswad y tell Arqa).

- Identificación de residuos (fitolitos) en los útiles arqueológicos. Un conjunto de muestras de sedimentos adheridos a las superficies activas de los útiles de molienda han proporcionado fitolitos diagnósticos de las inflorescencias de las plantas gramíneas (es decir, procedentes de la zona de las espiguillas y semillas) en muestras de los cuatro yacimientos estudiados. El estudio morfológico de estas estructuras silíceas ha permitido identificar células dendríticas relacionadas con el género *Triticum* en las muestras de tell Aswad y otras células cortas de tipo "torre" asociadas al género *Hordeum*, también en tell Aswad y en Jerf el Ahmar (Portillo & Albert, anexo 2; Portillo *et al.* 2013).

- La relación positiva entre los resultados traceológicos con los análisis de residuos en un mismo conjunto de útiles (fig.3.4.10; Portillo *et al.* 2013; Bofill *et al.* 2013). Una serie de artefactos de molienda del grupo 1 de tell Halula, tell Aswad y tell Arqa, que fueron muestreados para ambos tipos de análisis, han proporcionado pulidos de tipo *micropitted* asociados a la presencia de fitolitos de los géneros *Hordium* y *Triticum*.

Una de las principales conclusiones de la revisión a los referentes etnográficos es que, en términos generales, la mayor especialización y la manufactura de los ítems de molienda de mayores dimensiones se vincula de manera recurrente con los útiles destinados a la molienda de granos de cereal (Roux 1985; Hayden 1987; Horsfall 1987; David 1996). Muchas otras categorías indígenas (molinos para vegetales, molinos para procesar calcita, etc.) corresponden a antiguos molinos para grano fracturados o reutilizados por estar demasiado usados para su función inicial y que pasan a cubrir otras necesidades domésticas o artesanales. Un proceso parecido también es observado en el caso de las moletas.

Otro de los factores condicionantes a la hora de diferenciar categorías funcionales indígenas es la formación de residuos de la materia trabajada sobre el útil, los cuales no permiten o dificultan un posible carácter multi-uso de los molinos/moletas para procesar alimentos provocando que se opte por crear tipos diferentes de útiles con el fin de procesar estas materias consideradas "contaminantes" (por ej., los molinos para tabaco y incienso de Tichitt, descritos por Roux 1985). En base a estos referentes etnográficos y, junto a los indicadores funcionales obtenidos (ver *supra*), consideramos que el tipo de utillaje de molienda 1a fue destinado fundamentalmente al procesado de cereales.

Por otro lado, el utillaje de molienda de funcionamiento recíproco también se encuentra representado por los molinos y moletas que sugieren un uso mediante percusión apoyada y movimiento circular (1b) y combinación de vaivén y circular (1c). Éstos han sido documentados en Jerf el Ahmar, tell Halula, y excepcionalmente en tell Aswad. El análisis traceológico a leves aumentos sugiere un procesado de materias duras vegetales tipo grano y que podrían corresponder a granos **de cereal o de leguminosas** ya que las trazas de uso observadas en estos útiles son parecidas a las identificadas en el tipo 1a. El tipo de procesado podría corresponder a la molienda, si bien la formación más reducida de plataformas de homogeneización lisa en determinados ejemplares y la presencia de superficies piqueteadas de rugosidad mucho más elevada que en el utillaje tipo 1a, puede relacionar los tipos 1b y 1c con el **descascarillado de cereales vestidos**. Tal como se ha demostrado, entre los útiles 1b y 1c existe una

variabilidad a nivel de trazas de uso, la cual puede ser relacionada con una mayor **multifuncionalidad** en comparación con el tipo 1a de molinos y moletas.

### *Tipo 1d*

Este tipo de útiles ha sido documentado únicamente en el yacimiento de Jerf el Ahmar en el caso de los molinos, mientras que las moletas 1d se encuentran principalmente en Jerf el Ahmar, y también dos ejemplares en tell Aswad. En el caso de los molinos 1d, se trata de útiles complejos puesto que conllevan varias fases de utilización diferentes: un primer uso como molinos del tipo 1a (**molienda con gestos de vaivén, probablemente para procesar cereales**) y un segundo episodio de reutilización en el que se habilita una **cúpula** como superficie de **percusión lanzada y apoyada** (impactos de percusión y zonas alisadas). La aparición de estos útiles, también denominados molinos-morteros, en varios yacimientos contemporáneos a Jerf el Ahmar (Mureybet, Zawi Chemi Shanidar, M'lefaat, Nemriq 9, etc.) ha dado pie al planteamiento de diversas interpretaciones funcionales (ver discusión en cap. 3.3.1).

Sin embargo, hasta la realización de análisis traceológicos a grandes aumentos, experimentación y análisis de residuos consideramos, por el momento, que la asociación entre trazas de percusión lanzada con trazas de percusión apoyada, constituirían patrones que indicarían técnicas de procesado destinadas a desmenuzar y mezclar las sustancias trabajadas, como puede ocurrir en la preparación de alimentos con varios ingredientes (pastas, etc.).

En relación a las moletas 1d, compuestas por caras longitudinales de molienda y caras activas de percusión lanzada en los extremos, cabe destacar la identificación del mismo tipo de trazas de uso en las superficies de molienda que las observadas en el tipo 1a. La presencia también de superficies de percusión lanzada plantea, al igual que en el caso de los molinos 1d, un uso combinando ambos tipos de percusión (desmenuzar, mezclar, etc.) principalmente de materias vegetales. Finalmente, los dos ejemplares de moletas 1d hallados en tell Aswad presentan claras evidencias de haber sido reutilizadas para otros usos, tales como el pulido y abrasión de superficies (por ej. el trabajo de la piel).

### *Grupo 2 / tipo 2 de molinos y moletas*

El grupo 2 de molinos y moletas ha sido documentado en los yacimientos PPNB y Neolítico Cerámico de tell Halula y tell Aswad. En este caso, se trata de útiles que no muestran trazas de haber funcionado en percusión apoyada en funcionamiento recíproco con otro útil (**uso individual**). Además, a diferencia de los observado en el tipo 1a de útiles de molienda, el utillaje del grupo 2 se caracteriza por una variabilidad mucho más amplia a nivel traceológico, lo cual permite proponer que se trate un grupo tipológico con un marcado carácter **multifuncional**. Tras el análisis, se han distinguido dos patrones principales de trazas de uso:

- **Patrón 2b**. Los molinos de este tipo se asocian principalmente al procesado de sustancias, o bien abrasivas (minerales: reducción de pigmentos o abrasión de rocas) o bien de composición grasienta u oleaginosa (pieles animales; carne, frutos, como la almendra). En el caso de las moletas con este patrón



de trazas, estas sugieren una vinculación con el alisado de materias blandas lubricantes sobre un soporte duro, como puede ser el trabajo de la piel animal (Bofill & Taha 2013) y la abrasión y pulido de superficies minerales de grano fino (pulido de hachas pulimentadas, pulido de otros objetos, etc.).

Las superficies con pulidos de este tipo también fueron identificadas en el análisis de superficies a varios aumentos (cap.3.4.). De este modo, en las superficies experimentales producidas por el trabajo de la piel y en un conjunto de muestras arqueológicas con el patrón 2c, fue identificado un tipo de textura de pulido denominado *deposit*. La caracterización cuantitativa de las superficies permitió definir este tipo de pulidos a partir de parámetros estadísticos, de tal forma que pudieron ser asociadas las muestras arqueológicas con las muestras experimentales del trabajo de la piel animal (figs. III.4. 13; 3.4.5; 3.4.6).

- **Patrón 2c.** Las trazas en los molinos con este patrón indican un procesado muy probablemente de materias minerales con el objetivo de reducirlas (trituration de minerales), hecho que explicaría la topografía altamente rugosa y la presencia de superficies piqueteadas para aumentar la abrasividad de la superficie. Patrones similares se han observado en las moletas de este tipo, con lo que podrían ser asociadas al mismo rango de actividades de procesado de materias minerales.

En el caso de tell Halula, el tipo 2 de molinos y moletas siempre constituyen útiles de molienda para cereales (grupo 1) reutilizados para otras funciones. En cambio, en tell Aswad se documentan molinos que no presentan ninguna evidencia de haber sido utilizados en la preparación de alimentos vegetales, por lo que es factible pensar que la cercanía a las fuentes de materia prima de basalto les permitió tener útiles *ex novo* destinados a otras funciones sin tener que reaprovechar antiguos molinos de cereal.

### *Morteros y pilones*

El conjunto de morteros más numeroso y mejor conservado ha sido documentado en tell Halula. El análisis tecnológico, morfométrico y funcional (leves aumentos) ha permitido identificar dos tipos principales de morteros, entre los cuales podrían incluirse también los escasos ejemplares fracturados de Jerf el Ahmar y tell Aswad:

- **Tipo 1.** Morteros de pequeñas dimensiones (profundidad de la cara activa <70-100 mm), los cuales se asocian principalmente con actividades de **mezclado de sustancias y la trituración o pulverización de materias vegetales (frutos, semillas, plantas), minerales (desengrasantes, pigmentos, etc.)** y siempre procesando pequeñas cantidades de materia. Este grupo es el mayoritario en las tres series neolíticas (Jerf el Ahmar, tell Halula y tell Aswad).

- **Tipo 2.** Morteros de dimensiones superiores (profundidad de la cara activa aprox. >70-100 mm), los cuales pueden ser vinculados con el **proceso de descascarillado de cereales vestidos** (Procopiu 1998:118). Esta hipótesis deberá ser contrastada con análisis de residuos. Por el momento se han registrado 4 ejemplares de este tipo en tell Halula y un caso en Jerf el Ahmar.

En cuanto a los pilones, el análisis tipológico se ha centrado en clasificar los ítems en función de su aprovechamiento técnico ya que se documentan útiles con más de una cara activa.

- **Tipo 1.** Pilonos con un única cara activa.

- **Tipo 2.** Pilonos con dos o más caras activas

En el caso de tell Halula, la observación macroscópica de las superficies activas de los pilonos ha podido determinar, por un lado, que los pilonos del grupo 1 pueden ser relacionados esencialmente con tareas de pulverización, mezclado y trituración de sustancias variadas; por otro lado, el grupo 2 de pilonos tendría una función más centrada en partir y triturar materias en partículas más pequeñas. Respecto al grupo de pilonos de Jerf el Ahmar, han sido identificados los mismos patrones de trazas de uso en las caras activas que sugieren ambas interpretaciones funcionales, a pesar de que éstas se documentan tanto en el tipo 1 como en el tipo 2 de pilonos. Finalmente, en tell Aswad, los pilonos presentan trazas de haber sido utilizados también en percusión lanzada (triturar, partir) como en percusión apoyada circular (mezclar, desmenuzar) y, sobre todo, destaca la identificación de restos de materia colorante en uno de los ejemplares del tipo 2 con 5 caras activas (tres de abrasión/molienda y dos de percusión lanzada).

#### - La "vida de uso" de los instrumentos de molienda

Otra de las principales conclusiones del análisis funcional de los artefactos es la constatación de que el utillaje del periodo neolítico puede ser caracterizado por una **evolución muy diversificada en cuestión de tipos y funciones**. Especialmente en el periodo precerámico (PPNA y PPNB), se documentan numerosos casos de útiles que combinan varios gestos técnicos (percusión apoyada, percusión lanzada); cambios de tipología en un mismo útil (del grupo 1 son reutilizadas al grupo 2); episodios puntuales de cambio de gesto técnico, como en dos de los molinos de cereales de tell Aswad con evidencias de percusión lanzada (ver cap. 3.3.3).

Sin embargo, a pesar de esta variabilidad tipológica y funcional, se ha podido constatar que el grupo 1 de molinos y moletas mantiene, de forma constante, su participación en las actividades de procesado de cereales mientras que otras actividades de producción no presentan el mismo grado de especialización funcional.

De esta forma, incluso considerando las variaciones tipológicas en un mismo útil, es preciso destacar que los útiles de molienda de cereales serán cada vez elaborados principalmente en basalto, la roca de mayor resistencia al desgaste (mayor duración) y de mayor efectividad técnica para la molienda entre las rocas identificadas. Se ha visto como el utillaje de molienda de Jerf el Ahmar se caracteriza por un uso intensivo (número elevado de artefactos) y una variabilidad de gestos técnicos que denota, sin duda, que la molienda tuvo un papel protagonista en la preparación de los alimentos y destinando espacios especializados a estas tareas en el poblado (ver *infra*). Sin embargo, el conjunto artefactual de Jerf el Ahmar se elabora con una combinación litológica (calizas Vs rocas ígneas) inadecuada desde el punto de vista de la efectividad técnica y la perduración de la vida de uso de los artefactos. Será a partir de que comienzan a consolidarse las prácticas agrícolas y aparezcan las primeras especies

morfológicamente domésticas en el levante mediterráneo (PPNB) cuando el utillaje de molienda se encuentra disponible en tell Halula y en tell Aswad con un **elevado desarrollo técnico**.

#### **4.5. La molienda y la trituración en el seno de las comunidades neolíticas del Próximo Oriente**

Existen pocos contextos arqueológicos en el neolítico levantino que permitan realizar una buena aproximación a las zonas de procesado, la distribución espacial de las actividades de molienda y la asociación directa con las materias que fueron procesadas.

##### 4.5.1. Evidencias sobre el procesado de materias vegetales

El yacimiento de Jerf el Ahmar ha proporcionado, hasta la fecha, las evidencias directas mejor documentadas sobre el procesado de plantas en la región levantina (ver cap. 3.3.1; Willcox 2002; Stordeur & Willcox 2009). Tal como se ha descrito en detalle en el cap.3.3.1, durante la excavación de Jerf el Ahmar fue descubierta una auténtica “cocina quemada” que contenía *in situ* utillaje de molienda (3 molinos, varias moletas), vajilla de piedra, restos de un hogar y, sobre todo, un numeroso conjunto de restos arqueobotánicos (*Hordeum*, *Lens*, etc.). Además, también se documentó un conjunto de habitaciones con varios dispositivos de molienda a base de banquetas construidas que, por su análisis espacial, debieron constituir estancias utilizadas de forma especializada en la molienda (ej. EA54, Fig. 3.3.27.). Cabe destacar que estos dispositivos especializados en la molienda siempre aparecen en espacios interiores a las casas y, sobre todo, no aparecen en los edificios comunitarios de Jerf el Ahmar.

El extraordinario registro arqueológico en relación a la explotación de productos vegetales ha dado pie a algunos investigadores a proponer que Jerf el Ahmar constituya un tipo de asentamiento especializado en reuniones por parte de los poblados de la zona, donde se realizaban algún tipo de ceremonias o en el que los recursos vegetales, especialmente el consumo de plantas, pudo tener un papel protagonista (Asouti & Fuller 2013). Sobre esta propuesta, no cabe duda que, tras los estudios realizados por todo el equipo de Jerf el Ahmar (dirigido por D. Stordeur), el yacimiento funcionó como un poblado en el que habitaba un grupo humano de forma permanente, tal como indica el registro artefactual, botánico, faunístico y, por supuesto, también el utillaje de molienda. Se han documentado útiles de molienda y trituración en la gran mayoría de las casas excavadas, lo cual nos induce a pensar que la mayor parte de las unidades familiares disponían, en mayor o menor medida, de su propio equipo artefactual. Sin embargo, esta consideración es compatible con la posibilidad de que las áreas especializadas en la molienda (habitaciones como la de EA54) constituyeron espacios de uso compartido por varias familias o por toda la comunidad que habitaba Jerf el Ahmar. En cambio, no creemos, a partir de los datos obtenidos, que esté justificada la llegada de otros grupos de varios poblados para participar en eventos especiales, ceremonias, etc.

En tell Halula, sin embargo, destaca la documentación de espacios de almacenaje de útiles de molienda (habitaciones norte de las casas PPNB, ver ej. fig. 3.3.48.) sin poder asociar, de forma directa, los útiles con los espacios en los que se llevó la molienda. Aún así, la distribución general de los artefactos en los niveles precerámicos de tell Halula permite proponer que, a modo de hipótesis de trabajo hasta la

realización de un análisis espacial completo, la mayor parte de las casas del sector 2/4 (PPNB) presentan útiles de molienda y trituración (cap.3.3.2).

En tell Aswad, por el momento, se cuenta con pocos datos en relación a los espacios de molienda y trituración (cap.3.3.3.). Aún así, al igual que en el caso de tell Halula, la distribución general del material sugiere una asociación espacial con las casas documentadas.

Existen algunos ejemplos cercanos de material de molienda y trituración hallado *in situ* en los poblados precerámicos. En tell A'br (Yartah, com. pers.), contemporáneo y cercano a Jerf el Ahmar, fueron hallados varios molinos de basalto en el interior de una de las casas comunitarias, edificios similares a los documentadas en Jerf el Ahmar. Ya en los Zagros Occidentales (norte de Irak), en tell M'lefaat (PPNA), también fue hallado un molino en una banqueta de arcilla en el interior de una casa, además de estar asociado a granos de cebada silvestre en el mismo suelo de ocupación (Mazurowski 1997:187). Según los datos que aporta Wright (2000), en el PPNA es habitual asociar los espacios de molienda en el interior y en el exterior de las estructuras de habitación. Ya en el PPNB Antiguo y Medio se sitúan preferentemente en zonas intermedias (porches y áreas exteriores cercanas a las casas), las cuales constituyen áreas de contacto entre la unidad familiar y el resto de la comunidad que habita el poblado. Sin embargo, a partir del PPNB Reciente se multiplican las estaciones de molienda en el interior de las casas, fenómeno que la autora relaciona con una intensificación de la producción agrícola. Además, las actividades de producción, almacenaje y consumo de alimentos se realizaban en los espacios privados interiores de las casas, reduciendo así la visibilidad y el contacto con el resto de habitantes del poblado. Por tanto, a pesar de que los resultados del presente trabajo no parecen encajar bien con la propuesta de Wright, será a partir del análisis espacial de los yacimientos estudiados cuando podamos aportar más datos inéditos en relación con los espacios de molienda y trituración en el neolítico levantino.

#### 4.5.2. Evidencias sobre el procesado en otras esferas productivas

Los instrumentos de molienda y trituración pueden asociarse a un amplio abanico de actividades productivas y de tipo artesanal, tal como comentamos en el cap.1.5. En tell Halula y en tell Aswad se ha documentado a funcional, además de la asociación del utillaje al procesado de cereales y leguminosas, un conjunto de artefactos que estarían relacionados con algunas de estas esferas productivas diferentes a la producción de alimentos.

##### *Procesado de pieles animales*

En uno de los cuadros del PPNB de tell Halula (2A) fue hallado un conjunto de moletas y pilones con trazas de uso vinculables al procesado de pieles animales (ver detalles en cap.3.3.2).. A partir de la comparación con nuestro referente experimental (cap, 3.2, exp.4.3), y contrastado con el análisis traceológico a grandes aumentos (cap.3.4), es muy probable que podamos confirmar esta atribución funcional. De hecho, en el caso de las moletas de este tipo, se corresponden con moletas anteriormente

utilizadas en la molienda de vegetales y que, en un momento dado, sin que el útil hubiera sido desgastado, cambió de uso para participar en las actividades de limpieza y flexibilización de pieles animales. Se trata de patrones de trazas de uso caracterizados por un pulido muy intenso que aparecen también en otros útiles de tell Halula y de tell Aswad. Por último, destacar que el trabajo de la piel en tell Halula también ha sido documentado mediante el estudio funcional del utillaje lítico tallado (González & Ibáñez 2001; Ibáñez & González 2013).

### *Fabricación y pulidos de objetos diversos: ornamentos, hachas pulidas, etc.*

Las hachas pulidas son útiles documentados en gran número en tell Aswad. El proceso de fabricación de estos útiles se realizó en el propio asentamiento, tal como indica la presencia de lascas, fragmentos y preformas, resultado de toda la secuencia de manufactura de los artefactos (Sánchez-Priego, informe 2008 inédito). Las superficies de molinos de basalto compacto pueden funcionar satisfactoriamente con el pulido de útiles biselados, además de que la lectura traceológica también señala el contacto abrasivo intenso como sería el caso del contacto piedra Vs piedra, causante de las zonas pulidas de algunos de los molinos con patrón de trazas 2b de tell Aswad.

En cuanto a la fabricación de ornamentos en piedra y concha, el utillaje de molienda puede participar en algunas de las tareas que impliquen la abrasión y reducción de superficies. En este sentido, el estudio presentado por Wright *et al.* (2008) sobre el utillaje macrolítico asociado a la producción de cuentas de collar constituye un referente claro de lo que podría constituir un taller de producción especializado en estos objetos y en el contexto PPNB levantino. Si bien el estudio de los elementos de ornamentación personal de los tres yacimientos tratados en este trabajo se encuentra en proceso de finalización (Alarashi, en prep.), es posible plantear, a modo de hipótesis de trabajo, que los molinos del tipo 2 de tell Halula y tell Aswad pueden estar vinculados a la fabricación de cuentas de collar. Resultará, por tanto, altamente significativo si en el futuro puedan realizarse programas experimentales en este ámbito, con el objetivo de avanzar en la caracterización funcional de este tipo de útiles macrolíticos.

### *Procesado de pigmentos*

Se han documentado un conjunto de útiles con restos conservados de materia colorante sobre diversas superficies de los artefactos. Concretamente, se recuperaron un conjunto formado por un *pilón-moleta*, una moleta, un pilón y una moleta en Jerf el Ahmar con residuos de este tipo (fig. III.3.41.), mientras que en tell Aswad también se identificaron restos en un pilón, una moleta y un molino del grupo 2 (fig. 3.3.54e; 3.3.57b; 3.3.58c).

En el marco del trabajo de tesis, no tuvimos ocasión de experimentar con el procesado directo de pigmentos minerales (reducción, trituración), aunque sí fue incluido en las experimentaciones sobre el trabajo de la piel animal (cap. 3.2., exp.4.3). Además, existen otros ejemplos levantinos que demuestran esta función complementaria del utillaje de molienda (por ej. los platos con cúpula de Mureybet, Nierle

2008). A partir de estas primeras evidencias será necesario ampliar las experimentaciones para poder examinar estos artefactos, y relacionarnos con casos similares como los que documenta Dubreuil & Grosnan (2009) en el natufiense del Levante sur.

#### 4.5.3. *Reutilización, reciclaje y abandono / amortización de los artefactos*

A lo largo del cap.3.3., en el cual ha sido presentado el resultado del análisis del utillaje de los tres yacimientos neolíticos estudiados, se ha destacado en diferentes ocasiones el elevado número de artefactos fracturados y la intensidad de las fracturas (fragmentos de pequeño tamaño), sobre todo en relación a los conjuntos de tell Halula y tell Aswad. El análisis, por tanto, nos ha permitido realizar una clasificación de **patrones de fractura** (fig.II.1.4) recurrentes con el objetivo de analizar con más detalle los procesos que pudieron generar una fracturación tan reiterada de los artefactos de molienda y trituración. Sin embargo, la distribución espacial de estos ítems fracturados no nos ha permitido identificar tendencias concretas al respecto, puesto que los útiles fracturados aparecen en toda la diversidad de contextos arqueológicos en los que se han recuperado materiales de molienda y trituración.

La cuestión es que los patrones identificados en tell Halula y tell Aswad no responden al tipo de fractura por desgaste del artefacto (zona central, partes más delgadas), sino que se documenta una fracturación de hasta una sexta parte del artefacto (patrón 1 y 2 de fractura). Diversos autores han planteado la posibilidad de que se trate de fracturas intencionales por parte de los usuarios con diversos objetivos (reutilización, fracturas rituales). Según Adams (2008) y siguiendo a Chapman (2000) y Schiffer (1987)<sup>5</sup>, entre otros, existen varias modalidades de fractura de objetos arqueológicos que permiten evaluar la intencionalidad y el propósito de las fracturas. En nuestro caso, es posible relacionar en primer término los patrones de fractura documentados en Jerf el Ahmar con los de tell Halula y tell Aswad:

Los patrones de fractura en los yacimientos en los que la materia prima mayoritaria es el basalto (Halula y Aswad), se documenta un mayor grado de fracturación de los ítems, tanto en número de ítems fracturados, como de tamaño de fragmentos (muy pequeños). En cambio, en Jerf el Ahmar, la materia prima vuelve a condicionar la producción y gestión de los artefactos de molienda, puesto que el número de artefactos fracturados es mucho menor. Por tanto, podemos observar que la materia prima juega un rol especial en el tratamiento de los útiles de basalto, por lo que una de las explicaciones más plausibles es la reutilización de los útiles fracturados como materia prima para otros usos.

Otro de los fenómenos más frecuentes en relación a los procesos de amortización y abandono de los artefactos de molienda y trituración es **la introducción de los artefactos de molienda y trituración en los muros de las casas**. En primer lugar y enlazando con las ideas planteadas anteriormente respecto a los procesos de fractura de los artefactos, el aprovechamiento de la materia prima del artefacto pudo constituir una de las motivaciones para utilizar estos útiles en la arquitectura. Sin embargo, es destacable que, en algunos casos documentados, los útiles son introducidos tanto en los muros aún

---

<sup>5</sup> Ver referencias de Chapman (2000) y Schiffer (1987) en Adams (2008).

estando enteros y sin que puede darse por finalizada su "vida de uso" como artefactos de molienda. Por tanto, en segundo lugar, se plantean otras posibilidades en torno a una deposición intencional de tipo ritual de estos objetos en los muros de las casas. Esta vertiente interpretativa también es destacada por Rosenberg (2013) en relación al mismo fenómeno documentado en el Levante sur, destacando el papel fundamental y simbólico que tuvieron los artefactos macrolíticos en el desarrollo de las sociedades sedentarias y agrícolas de esta zona. Sin embargo, coincidiendo con las conclusiones de Rosenberg, será necesario ampliar y profundizar mucho más en el conocimiento de los contextos arqueológicos en los que aparecen los útiles para poder avanzar en el conocimiento sobre las motivaciones sociales que guiaron este fenómeno. Por el momento, creemos probable que ambas posibilidades pudieron ser ciertas (aprovechamiento de la materia prima en la arquitectura Vs deposición ritual/simbólica) aunque, probablemente, no habría una frecuencia igualitaria de casos documentados.

Finalmente, en relación al carácter simbólico o ritual que pudieron adquirir los útiles de molienda y trituración en los yacimientos neolíticos estudiados, cabe destacar la presencia de este utillaje en cinco sepulturas de tell Halula (PPNB Medio y Reciente) y en una sepultura de tell Aswad (PPNB Reciente (figs.3.3.61). Por falta de tiempo y de medios, no entraremos en la discusión sobre el significado social y simbólico de la presencia de estos útiles en los enterramientos de ambos yacimientos, además de tener en cuenta que se están finalizando trabajos doctorales especializados en las prácticas funerarias de tell Halula (Ortiz 2014) y tell Aswad (Khawam, en prep.). Por el momento nos gustaría destacar los aspectos relevantes al respecto.

Tal como introducíamos en las primeras páginas del presente trabajo, los artefactos de molienda y trituración han sido considerados por la investigación en general (salvo destacadas excepciones) como un utillaje poco estandarizado, pesado ("*materiel lourd*"), más vinculado a las actividades diarias, simples y poco elaboradas a nivel técnico y, por consiguiente, poco valorado a nivel estético y simbólico. Sin embargo, el utillaje de molienda y trituración forma parte de los objetos que acompañan a los difuntos de dos comunidades humanas que precisamente otorgan un papel fundamental a las prácticas funerarias y a todo el simbolismo que les acompaña.

Para finalizar, y en relación a la interpretación funcional de los artefactos, resulta remarcable encontrar en las sepulturas de tell Halula y tell Aswad este tipo de artefactos de uso diario para el procesado de las cosechas y en la preparación de la comida, en un contexto histórico en el cual se está consolidando el modo de vida agrícola y ganadero. Será necesario, por tanto, ampliar la perspectiva de análisis de estos artefactos hacia nuevas concepciones que superen lo estrictamente vinculado con los sistemas técnicos de subsistencia.





## Parte 5

دمشق...

سلام عليكى...

حين تصبحين....

و حين تمسين...

و حين يعرش على سياجك الياسمين....



## **Parte 5. CONCLUSIONES DEL TRABAJO**

En la Parte 1 del trabajo expusimos los principales objetivos de la tesis en relación al estudio de las primeras sociedades agrícola-ganaderas del Próximo Oriente a partir del utillaje de molienda y trituración. Los resultados obtenidos en las diferentes líneas de investigación que hemos tratado en los diferentes capítulos del trabajo, nos permiten ahora proponer unas conclusiones generales acerca de la caracterización funcional de este utillaje en los yacimientos del Valle medio del Éufrates y el Oasis de Damasco. Estas conclusiones serán puestas en relación con los estudios realizados hasta el momento sobre el instrumental de molienda y trituración en el Levante mediterráneo, de los que destaca principalmente las aportaciones de Wright (1991, 1992a, 1992b, 1993, 2000, 2008) y Dubreuil (2002, 2004, 2008). Posteriormente, serán expuestas las conclusiones del trabajo desde el punto de vista metodológico, las aportaciones al estudio funcional de los artefactos, y se propondrán unas líneas generales de continuación del trabajo.

### *5.1. Conclusiones de carácter histórico*

**a) *¿Qué inversión de trabajo se observa en el aprovisionamiento de materias primas, en la manufactura y en el mantenimiento de los útiles de molienda y trituración en los yacimientos estudiados? ¿Qué grado de efectividad técnica podemos extraer de su análisis funcional?***

El análisis de los instrumentos de molienda de los tres yacimientos neolíticos de Jerf el Ahmar, tell Halula y tell Aswad nos han permitido detectar cambios importantes a nivel temporal y espacial en lo concerniente al aprovisionamiento de materias primas para manufacturar artefactos de molienda y trituración. El análisis petrográfico (análisis macroscópico y lámina delgada) y las prospecciones de campo realizadas en las áreas-fuente de cada yacimiento también nos permiten proponer cuáles fueron las áreas potencialmente explotables para la elaboración de este utillaje en cada caso.

El yacimiento datado a inicios del periodo neolítico, Jerf el Ahmar (PPNA), se caracteriza por unas estrategias de aprovisionamiento de materias primas para la elaboración del utillaje de molienda y trituración centradas esencialmente en la explotación de materias líticas de acceso inmediato y local, basadas en la extracción y recolección de rocas calizas (depósitos en posición primaria) y cantos fluviales de las terrazas del Éufrates, principalmente de rocas ígneas (depósitos en posición secundaria). Este tipo de estrategias de tipo local parece complementarse con el resto de producciones del asentamiento en relación a las materias primas líticas (industria lítica, arquitectura, etc.). Sin embargo, es notable destacar que la llegada de la obsidiana, de origen exógeno, aumenta progresivamente a lo largo de la secuencia de ocupación de Jerf el Ahmar (M.C. Cauvin, citado por Stordeur & Abbès 2002), la cual culmina con una fase de transición entre el PPNA y el inicio del PPNB Antiguo.

Una situación diferente se ha documentado en el PPNB Medio y Reciente de Tell Halula, a pesar de situarse a escasos kilómetros de su vecino Jerf el Ahmar. En tell Halula se observan a lo largo de sus fases de ocupación, una doble estrategia de abastecimiento de materias primas para la manufactura de este utillaje. Desde el inicio de la secuencia, el basalto (compacto y vesicular) adquiere un papel

principal en la producción de instrumentos de molienda y trituración, materia que estuvo disponible en varias fuentes de materia prima y en función del tamaño de los soportes. Sin embargo, otras materias también son explotadas para su manufactura, esencialmente rocas calizas del entorno geológico del asentamiento. Es por ello que planteamos como hipótesis más plausible, en relación a tell Halula, el desarrollo de estrategias de aprovisionamiento local para la explotación de los cantos de río de pequeño y mediano tamaño de las terrazas del Éufrates, así como de calizas locales de varios tamaños, y la explotación tanto de fuentes en posición primaria (afloramientos) como en posición secundaria (río Sejur, afluente del Éufrates) para la captación de bloques de basalto de gran tamaño. De esta forma, la explotación de fuentes de materia prima alejadas del poblado de tell Halula se enmarca en las redes de circulación de materias primas y objetos que caracteriza el periodo PPNB en el Valle medio del Éufrates.

Otro contexto diferente se documenta también en el PPNB del Oasis de Damasco. Tell Aswad y los yacimientos PPNB de su entorno (Ghoraife, tell Ramad) tienen acceso de tipo local-regional a fuentes primarias de basalto, tal y como hemos podido estudiar en el caso de la montaña de Hijjané (a 8 km de tell Aswad) en las prospecciones de campo. La explotación del basalto para la confección de este utillaje constituiría una tradición tecnológica que probablemente estuvo influenciada por las producciones precedentes del Levante sur, en las que el basalto constituyó la materia prima mayoritaria para la fabricación de instrumentos macrolíticos (Wright 1992a; Weinstein-Evron *et al.* 1999; Dubreuil 2002; Rosenberg *et al.* 2013).

En cuanto a la tecnología de fabricación de los artefactos, la primera de las evidencias constatadas, tras el análisis efectuado, es que el tipo de roca explotada y la forma en la que se presenta los soportes determinan, en ciertos aspectos, el grado de inversión técnica que reciben los artefactos. Por una parte, las rocas calizas procedentes de los afloramientos primarios requieren de un proceso de talla para conseguir las formas elipsoidales, ovales o circulares, comúnmente buscadas para confeccionar molinos, moletas y morteros. Cabe destacar también, que el tipo de caliza explotada en la región del Valle medio del Éufrates presenta unas buenas condiciones técnicas para la talla y el piqueteado, lo cual facilita su manufactura. Estos condicionantes explican el mayor grado de modificación que hemos documentado en los molinos de Jerf el Ahmar, en relación a los molinos de tell Halula y tell Aswad.

Por otra parte, en el Valle medio del río Éufrates, las rocas ígneas han sido explotadas principalmente para la elaboración de las moletas y pilones del PPNA de Jerf el Ahmar, y para la mayor parte de caso de los molinos, moletas y pilones de tell Halula. La morfología natural que presentan los soportes de procedencia fluvial, parece que permite a los fabricantes de este utillaje destinar una menor inversión de trabajo en la manufactura.

En otro contexto diferente, como el Oasis de Damasco, la disponibilidad de todo tipo de soportes de diferente tamaño y texturas de basalto (compacto / vesicular) les permitió a los habitantes de tell Aswad manufacturar los ítems según la función a la que iban a estar destinados los útiles. Tal y como se ha visto en el análisis funcional, en tell Aswad se documenta un bajo porcentaje de útiles destinados a la molienda de cereal, lo cual debe ser puesto en relación con el bajo grado de modificación que presentan los molinos en este asentamiento. Sin embargo, además del condicionante funcional, la explotación de fuentes primarias de materia prima exige en ocasiones una mayor inversión de trabajo en la

manufactura, ya que los soportes no han sido preformados como en el caso de los cantos fluviales. Esta característica inicial de los soportes explicaría el alto grado de modificación de los soportes para manufacturar molinos y moletas en el caso de tell Aswad.

Por tanto, la relación entre la selección de la materia prima y la manufactura nos puede ofrecer una aproximación general al grado de inversión de trabajo en la producción del utillaje de molienda y trituración (Fig.V.1), con el objetivo de poder valorar de forma aproximada la efectividad técnica de los instrumentos en base a la asignación funcional que comentaremos a continuación. En relación a esta cuestión, debemos recordar las propiedades mecánicas del basalto (cap. 3.3) frente al resto de materias primas documentadas (especialmente, en contraposición a las calizas). El basalto vesicular constituye la materia prima que presenta una mayor resistencia al desgaste (mayor dureza) y una mayor capacidad abrasiva de sus superficies.

	Valle del Éufrates				Oasis de Damasco	
	PPNA (Jerf el Ahmar)		PPNB (tell Halula)		PPNB (tell Aswad)	
	MOLINOS / MORTEROS	MOLETAS / PILONES	MOLINOS	MOLETAS / PILONES	MOLINOS	MOLETAS
<b>Grado de inversión de trabajo en el aprovisionamiento de Materias Primas</b>	BAJO	BAJO	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO
<b>Grado de inversión de trabajo en la Manufactura</b>	ALTO	BAJO	MEDIO	MEDIO-ALTO	MEDIO-BAJO	ALTO

Fig.V.1. Aproximación al grado de inversión de trabajo en la manufactura de artefactos de molienda y trituración de Jerf el Ahmar, tell Halula y tell Aswad.

El estudio funcional de los artefactos indica una supremacía de los útiles destinados a la molienda de cereales (y probablemente, de otras plantas) en el conjunto artefactual de Jerf el Ahmar. De esta forma, en el contexto socio-económico en el que se está intensificando la explotación de taxones vegetales y el inicio de su cultivo pre-doméstico (Willcox et al 2008; Willcox & Stordeur 2012), se observa una baja inversión de trabajo en el aprovisionamiento de materias primas para elaborar el utillaje de molienda, lo cual también se puede asociar con una inversión de trabajo notable en la manufactura de los molinos, debido al tipo de roca utilizada (las calizas, las cuales presentan poca resistencia a la fricción, se desgastan con mucha más intensidad, etc.).

Para el periodo PPNB, momento de aparición y progresiva consolidación del cultivo y explotación de cereales y leguminosas de tipo doméstico (consolidación de las prácticas agrícolas) aumenta el grado de inversión de trabajo en el aprovisionamiento para el caso de los molinos de tell Halula, de igual forma que aumenta el grado de elaboración de los artefactos respecto al periodo anterior. Por su parte, el

registro de tell Aswad, dada su cercanía a fuentes de materia prima de elevada efectividad técnica (basalto), la mayor inversión de trabajo se centra en la manufactura de moletas destinadas a la molienda de cereales, mientras que la baja presencia de molinos para cereales podría explicar el menor grado de modificación que presentan.

Para valorar estos resultados es preciso recordar que durante el periodo precedente, el Natufiense, Dubreuil (2002, 2004) documenta una mayor especialización de molinos y moletas (*flat grinding implements*) en el procesado de cereales y leguminosas frente a otras materias a procesar, además de que en algunos yacimientos se documenta una manufactura más sistemática de estos útiles. Ya en el PPNA, Wright (1992a, 1993) identifica un aumento significativo de molinos que además tendrán un carácter multifuncional (molinos con cúpula, etc.), lo cual puede explicar un mayor grado de atención técnica para elaborara estos artefactos. Será a partir del PPNB cuando se suceden dos fenómenos que claramente marcarán la producción de los artefactos de molienda y trituración: la consolidación de las prácticas agrícolas evidenciada a través de la presencia de morfologías domésticas de especies de cereales en yacimientos como tell Halula y tell Aswad; y el desarrollo de las artesanías que también motivarán una mayor circulación de materias primas, objetos e ideas a través del territorio, y conectando regiones lejanas entre sí.

Por tanto, se ha constatado que los útiles del grupo 1 (procesado de cereales) de tell Halula y tell Aswad gozaron de una mayor efectividad técnica que en periodos precedentes gracias a la utilización del basalto en su elaboración, y a la inversión de trabajo su manufactura. En cambio, los útiles del grupo 2 (destinados a otras producciones diferentes a la molienda de cereales) en ambos yacimientos, se formaron a partir del reciclaje de fragmentos de útiles del grupo 1, o a partir de bloques de basalto con una baja inversión técnica en su manufactura (el caso de los molinos del grupo 2 de tell Aswad).

***b) ¿Qué papel tuvo el procesado de cereales (molienda y trituración) en el seno de las comunidades de los tres yacimientos neolíticos estudiados? ¿Podemos vincular estos resultados con el desarrollo y la adopción definitiva de la agricultura como base de la economía de las sociedades humanas a partir del neolítico en la región levantina?***

La muestra analizada procedente de los tres yacimientos neolíticos estudiados nos permite realizar una aproximación general al papel que tuvieron las actividades de molienda y trituración en el desarrollo de la agricultura en la región levantina. Somos conscientes, por tanto, de que la muestra debe ser considerada desde el punto de vista de su representación numérica en el contexto que pretendemos analizar, y por tanto, los resultados obtenidos no pueden ser extrapolados al análisis general de todo el proceso. Sin embargo, es preciso destacar la importancia del presente estudio en cuanto que constituye el primer estudio funcional publicado del que tengamos conocimiento sobre artefactos de molienda de

toda la región en relación al periodo neolítico<sup>1</sup>, y el primero también dedicado al Levante norte y central.

Comenzando por el asentamiento más temprano, Jerf el Ahmar, el elevado número de artefactos de molienda ha podido ser relacionado, de forma general, con el procesado de cereales y probablemente también de otras plantas comestibles como las leguminosas. En el conjunto de Jerf el Ahmar sólo se documentan molinos y moletas del grupo 1, que a través del estudio funcional y de la propuesta tipológica, se asocian al procesado de cereales. En el estudio funcional de los artefactos de molienda a por medio del análisis a leves aumentos (Nivel 1 y 2 de observación), también indican un procesado mayoritario de materias duras vegetales, de tipo grano de cereales y leguminosas. Finalmente, el estudio carpológico y la asociación espacial del utillaje de molienda y trituración con los restos carbonizados de especies como *Hordeum* y *Lens* analizados en Jerf el Ahmar, apoyan significativamente la atribución funcional del conjunto artefactual. Además, las primeras muestras de análisis de fitolitos realizadas a partir de muestras extraídas de molinos, también documentan el procesado de cebada sobre estos útiles. Por tanto, tal y como desarrollamos en el apartado *d* de las conclusiones, consideramos que la molienda y trituración en Jerf el Ahmar tuvo un papel fundamental en la preparación de productos alimenticios por parte de una gran mayoría de las casas excavadas. Además se trata del procesado de las plantas que precisamente serán domesticadas a partir del PPNB (*Hordeum*, *Triticum*, *Lens*, etc., referencias en Willcox *et al.* 2009).

En tell Halula, la presencia de útiles de molienda del grupo 1 es mayoritaria, teniendo en cuenta los condicionantes de conservación (fracturación de los útiles) que el estudio funcional del conjunto ha tenido que superar durante el análisis. En consecuencia, por el momento se han podido determinar a nivel funcional un número reducido de ítems. Aún así, el análisis traceológico de todo el conjunto permite destacar el procesado de cereales como la función principal del utillaje. Además, tal y como se ha comentado en el punto anterior, en tell Halula se incrementa la significación técnica de los útiles de molienda al aumentar el grado de inversión en su fabricación (incluyendo el aprovisionamiento de materias primas y la manufactura).

El registro carpológico de tell Halula señala a las especies silvestres y domésticas de *Hordium*, *Triticum* y *Lens* como las más explotadas en el poblado de tell Halula. En relación a estas especies, y gracias a los estudios publicados por Buxó & Rovira (2013), hemos realizado una primera aproximación respecto al tipo de procesado que podrían haber tenido las especies de cereal vestido y desnudo a lo largo de la secuencia de ocupación del poblado. Por otro lado, el análisis preliminar de la distribución de los artefactos en el poblado PPNB sugiere que estos estarían asociados a una mayoría de casas, sin poder determinar cuáles serían las áreas de molienda del poblado. Por tanto, nuestra interpretación general teniendo en cuenta todo este conjunto de indicadores, sitúa la molienda de cereales en tell Hlula como una actividad importante por parte de sus habitantes, quienes destinaban una notable inversión de

---

<sup>1</sup> Afortunadamente, contamos con el precedente del estudio de Laure Dubreuil (2002), sobre varios conjuntos macrolíticos del Levante Sur, aunque datados en el Natufiense (Epipaleolítico),

trabajo en su producción, y que además la incluyeron en uno de los desarrollos fundamentales de este periodo, la consolidación de las prácticas agrícolas.

Por último, destacar que han sido identificadas unas primeras evidencias en tell Halula sobre marcadores de trabajo a partir de la observación de paleopatologías en las extremidades inferiores de los esqueletos (entesopatías) (Anfruns *et al.*, 2013), aunque por el momento no han sido relacionadas con actividades concretas tipo molienda, tal y como propone Molleson (1994) en el caso de Abu Hureyra.

Finalmente, tell Aswad, constituye el conjunto del que menos información contextual disponemos hasta el momento. Existen los datos carpológicos de Van Zeist & Bakker-Heeres (1982), pero sus resultados se basaban en una adscripción errónea a nivel cronológico (ver cap. 1.4.2). Los nuevos análisis de las excavaciones de Stordeur-Jamous (2001-2007) están en curso, y por el momento contamos con algunas consideraciones de carácter general (Stordeur *et al.* 2010). Respecto al utillaje de molienda y trituración, también afectado por un notable grado de fracturación, hemos podido identificar útiles adscritos al grupo 1, a pesar de que, de forma más concreta, destaca el reducido número de molinos de este grupo. Si bien el procesado de cereales se encuentra documentado por medio de las moletas con trazas de uso claramente asociadas a este tipo de procesado, al igual que contamos con residuos en forma de fitolitos que demuestran el procesado de cereales del género *Triticum* (cap. 3.4), por el momento deberíamos mantener una posición cautelosa sobre la posición de la molienda en tell Aswad. Destacamos aquí algunas de las proposiciones que hemos realizado tras el estudio de este yacimiento.

La molienda de cereales en tell Aswad pudo constituir una actividad menos frecuente que en los dos anteriores poblados estudiados, Jerf el Ahmar y tell Halula, o al menos, se trató de una actividad gestionada de otra manera. Por una parte, los artefactos de molienda del grupo 1 presentan un alto grado de efectividad técnica, dadas sus características físicas (materia primera) y tecnológicas (manufactura)(ver *supra*). A partir de ahí, podemos intuir que estuvieron dedicados a actividades relevantes desde el punto de vista de la preparación de los alimentos de origen vegetal. Lo que nos induce a pensar el reducido número de artefactos documentados de este grupo, es que, de algún modo, la molienda de cereales constituyó una actividad importante pero quizá menos frecuente que en otros casos, realizada sólo por una parte del poblado, o sólo implementada en determinadas ocasiones.

Por otro parte, otra opción barajada en vista de los resultados es que las actividades de molienda se llevaron a cabo en una zona de uso comunitario, y por tanto, situada en un espacio concreto del poblado, que por el momento no se habría excavado (tan sólo ha sido excavado un 10% de la extensión total del yacimiento, Stordeur com. pers.). De este modo, en esas zonas especializada en la molienda estarían situados los molinos y quizá también los morteros, mientras que cada unidad familiar / doméstica almacenaría las útiles móviles, moletas y pilones, en sus respectivas casas. Así pues, tanto en un caso como en el otro, por el momento resultará de vital importancia avanzar en el análisis espacial de los artefactos, que sin duda aportará más datos para poder interpretar mejor este conjunto artefactual en relación al poblado y a las actividades que se realizaron en él.



***c) Estos trabajos de molienda y trituración ¿Se pueden vincular con otras esferas técnicas, artesanías, que precisamente se desarrollan de forma paralela a la aparición y consolidación de las prácticas agrícola?***

Tras el análisis funcional de las tres series arqueológicas, y gracias a haber ampliado las experimentaciones con diversos procesados de materias vegetales, animales y minerales, podemos destacar que tanto en tell Halula como en tell Aswad se documenta el uso de artefactos de molienda en diversos procesos de producción. El trabajo de Wright (1992, 1993) ya señalaba la relación entre el aumento de los conjuntos macrolíticos del Próximo Oriente con el desarrollo de las artesanías en el periodo neolítico, considerando en términos generales la industria macrolítica, y ampliando su discurso a otras categorías de artefactos macrolíticos además de los instrumentos de molienda y trituración. Además, cabe destacar que Wright no realizó estudios funcionales en su análisis sobre la evolución de la industria macrolítica en el Próximo Oriente (1992a), por lo que sus interpretaciones podrían ser debatidas con nuevos datos respecto a la funcionalidad de los artefactos.

En nuestro caso, la relación entre las diversas artesanías desarrolladas en el neolítico y los útiles de molienda y trituración constituye una línea de trabajo que deberá ser completada con más experimentación y análisis de superficies como continuación al presente trabajo tesis. Sin embargo, por el momento podemos destacar la documentación de las siguientes actividades asociadas al grupo 2 de útiles (funcionamiento independiente):

- En relación al patrón 2b de trazas de uso en molinos y moletas, destaca el procesado de materias o bien abrasivas (minerales: reducción de pigmentos o abrasión de rocas de grano fino), o bien de composición grasienta u oleaginosa (pieles animales; carne; frutos, como la almendra). Una asociación más directa se ha podido obtener en relación al trabajo de la piel animal. Mediante el análisis de trazas de uso a grandes aumentos, se pudo vincular un determinado tipo de pulidos arqueológicos procedentes de moletas de tell Halula y tell Aswad, con el pulido experimental obtenido tras el procesado de pieles animales (pasos previos de limpieza y flexibilización de piel antes del curtido).

- En relación al patrón 2c de trazas de uso en molinos y moletas, éste ha sido relacionado con un probable procesado de materias minerales con el objetivo de reducir en partículas más pequeñas (trituración de minerales, quizá para el proceso de producción de la cerámica, entre otras posibilidades)

En relación a la documentación de estas funciones secundarias del utillaje de molienda, es preciso destacar que en el caso de tell Halula, la presencia de trazas de uso que sugieran este tipo de procesados siempre aparecen en útiles que anteriormente constituyeron molinos y moletas del grupo 1 (por tanto, útiles reutilizados). En cambio, en tell Aswad, los molinos del grupo 2 constituyen un tipo inédito en todo el conjunto, pues fueron utilizados desde el principio para estas actividades artesanales, que podrían relacionarse con el pulido de hachas de piedra, la fabricación de ornamentos, etc.

d) *¿Era la molienda una actividad habitual, cotidiana, de estructura familiar, colectiva,..? Es decir, ¿podemos acercarnos a las características sociales de su implementación por parte de los poblados neolíticos?*

A partir de aquí, realizaremos nuestra aportación en torno a los cambios en el papel socioeconómico de las actividades de molienda y trituración en el seno de las comunidades neolíticas estudiadas.

Lo que observamos entre los yacimientos del Valle medio del Éufrates, Jerf el Ahmar (PPNA) y tell Halula (PPNB), son cambios cualitativos en la producción y gestión del utillaje de molienda y trituración de estas comunidades, que lógicamente también tendrán su repercusión a nivel cuantitativo (volumen de los conjuntos artefactuales). Se trata de dos poblados que se encuentran en realidades socioeconómicas y seguramente también políticas (organización social interna de la comunidad), muy diferentes.

Los habitantes de Jerf el Ahmar se embarcaron en una serie de proyectos tecnológicos y experimentaciones en varios campos (arquitectura, gestión del espacio habitado, explotación de los recursos vegetales, industrias líticas, etc.), hasta culminar en varias tradiciones tecnológicas que perdurarán en el PPNB Antiguo (modelos arquitectónicas, tecnología lítica, etc.). En el ámbito de la gestión de las plantas, los datos arqueobotánicos señalan un cultivo y procesado de especies por separado, lo cual indica un amplio conocimiento de los recursos disponibles y una incipiente complejidad en el tratamiento de las cosechas (utilización de productos adicionales como la paja en la construcción, varias técnicas de preparación de los granos, descascarillado, molienda, etc.).

En Jerf el Ahmar se ha documentado la presencia de áreas de uso colectivo de notable entidad, como son los edificios comunitarios (Stordeur & Abbès 2002). En estos espacios se han documentado estructuras de almacenaje que han sido interpretados como depósitos de almacenaje de productos cerealísticos (Stordeur & Willcox 2009; Willcox & Stordeur 2012). En relación a las estaciones de molienda, éstas se han recuperado en un número significativo (Fig.3.3.26; 3.3.27) de casas interpretadas como espacios domésticosm según indica el análisis del registro arqueológico, y su disposición en la estructura espacial del asentamiento. Sin embargo, además de los dispositivos de molienda identificados *in situ*, el utillaje de molienda y trituración en Jerf el Ahmar aparece en casi prácticamente todas las casas excavadas, y con una distribución muy variada (zonas de almacenaje de útiles, reutilización de los artefactos en la arquitectura, etc.).

Por lo tanto, según nuestra perspectiva, y ante los resultados obtenidos, proponemos que las actividades de molienda y trituración en Jerf el Ahmar pudieron tener una doble vertiente. La primera de ellas, la cual consideramos mayoritaria, sugiere que la molienda en Jerf el Ahmar tuvo un carácter doméstico, incluso de realización cotidiana, en relación a la preparación de la comida por parte de las unidades familiares / domésticas que habitaban en el poblado. En segundo lugar, existen nuevas líneas de interpretación sobre la aparición de la agricultura que sitúan la intensificación de la explotación de plantas en un contexto de tipo simbólico-ritual más que en un contexto de necesidad subsistencial de aumentar la producción de alimentos (ver Asouti & Fuller 2013 sobre esta discusión). Asouti & Fuller (2013) consideran, en su discurso, el caso de Jerf el Ahmar como un asentamiento de tipo ceremonial en

el cual los habitantes de otros asentamientos se reunirían en él para realizar festines, intercambios y otros rituales en los cuales el procesado y consumo de plantas tendría un papel protagonista.

No obstante, gracias al estudio colectivo del yacimiento por parte del equipo de D. Stordeur, descartamos la opción de que Jerf el Ahmar constituyera un asentamiento especializado en reuniones, rituales, etc., en lugar de un poblado tipo hábitat. Sin embargo, dada la excepcionalidad del conjunto artefactual de este asentamiento en un periodo anterior a la aparición de la agricultura, y considerando el carácter especializado en la molienda de un conjunto muy significativo de habitaciones en distintas casas, consideramos que las actividades de molienda y trituración en este poblado superaban con creces lo estrictamente vinculado a la alimentación desde el punto de vista de la manutención de las personas.

La molienda y trituración de cereales en Jerf el Ahmar sí pudieron tener una relevancia especial en las tradiciones culinarias, que sin duda enlazan con la cultura y las relaciones sociales que compartían los habitantes de este poblado. Lo que nos gustaría destacar en este sentido, y siguiendo aquí también la propuesta de Asouti & Fuller (2013), es que lo cotidiano no está reñido con lo simbólico en las sociedades neolíticas, y que por tanto, se debe avanzar notablemente en el conocimiento de todos los aspectos vinculados al día a día de estas comunidades para entender el proceso que condujo hasta la aparición de la nueva forma de vida agrícola-ganadera.

La comunidad que se asienta en tell Halula a partir del 7800 Cal BC se caracteriza en las primeras fases de ocupación por ser una comunidad muy bien estructurada y organizada a nivel espacial, urbanístico y planificación del espacio construido, además de que controla el cultivo de cereales domésticos desde su fundación, así como participa de la domesticación animal y el proceso de gestión ganadera de forma estable. Por otro lado, tal y como hemos destacado anteriormente, destacan las relaciones del poblado con el exterior (documentado por la llegada intensa de materias primas exógenas de diverso tipo; la vinculación cultural y tecnológica con otros asentamientos, etc.), pero con una notable pretensión hacia el mantenimiento de las tradiciones, las relaciones sociales, las prácticas funerarias, etc.

Por tanto, en este periodo PPNB, la producción y uso de instrumentos de molienda y trituración destinados al procesado de cereales también se caracteriza por un elevado nivel técnico (uso del basalto como materia prima) de los artefactos, y por la selección de bloques de gran tamaño, sobre todo para las moletas. Sobre la frecuencia en la que fueron utilizados estos útiles en las casas precerámicas de tell Halula, creemos que es necesario avanzar en el análisis espacial de los artefactos, así como ponerlos en relación con estudios sobre la duración de la vida de uso de los artefactos.

A continuación, en el *Late Neolithic* y el Halaf de tell Halula, cuando el poblado vive una serie de cambios importantes a nivel de ocupación del espacio construido (modelos arquitectónicos), tecnológicos (aparición de la cerámica) y de estrategias de subsistencia (consolidación de las prácticas agrícola-ganaderas), también documentamos ciertos cambios en el utillaje de molienda y trituración. En efecto, a partir de esta fase se produce una mayor explotación de las calizas locales para manufacturar útiles de molienda y trituración (molinos, moletas y morteros). En cuestión de técnicas de procesado, los cereales

vestidos son los mayoritarios del espectro botánico, lo cual puede explicar el aumento de morteros, y el uso de molinos de caliza para el proceso de descascarillado<sup>2</sup>.

En definitiva, nuestra valoración principal sobre los cambios en el procesamiento de cereales a lo largo de la secuencia neolítica en el Valle del Éufrates se basa en una serie de factores que consideramos que actuaron de forma conjunta. Los conjuntos artefactuales varían en función del tipo de gestión y tratamiento que tuvieron los cereales, y los requerimientos técnicos que cada especie vegetal demandaba. Tal y como se ha podido proponer de forma aproximativa en el caso de tell Halula, el procesado de especies vestidas y desnudas de cereales pudo generar los cambios en materia prima de los útiles, tipo de utillaje, frecuencia del procesado, etc.

En otro contexto histórico y geográfico como es el de tell Aswad, parece evidenciarse una situación diferente, a pesar de no poder, por el momento, proporcionar una interpretación más amplia de la presentada en el apartado *b* de estas conclusiones. Tell Aswad se encuentra a caballo entre dos desarrollos socioeconómicos complementarios pero diferentes, los yacimientos precerámicos del Levante sur y los yacimientos precerámicos del Levante norte. Sin embargo, confiamos en que la continuación y publicación de los nuevos trabajos en relación al estudio del poblado (análisis espacial, arqueobotánica, etc.) podrán aportar más información a nuestras primeras hipótesis sobre la gestión del utillaje de molienda y trituración.

## 5.2. Conclusiones del estudio a nivel metodológico

A lo largo del proceso de investigación hemos contado con el apoyo institucional y científico de diversos laboratorios para la realización de analíticas arqueométricas en varios campos, los cuales nos han permitido avanzar notablemente a nivel metodológico en nuestro estudio sobre el utillaje de molienda y trituración. En este apartado nos detendremos en destacar los resultados y aportaciones más notables del trabajo interdisciplinar que ha constituido la tesis doctoral que presentamos.

- ***Análisis de las fuentes de materia prima y caracterización petrográfica del utillaje arqueológico.*** Si bien ya contábamos con unos primeros trabajos en los que se analizaban las materias primas utilizadas en la confección del utillaje macrolítico de tell Halula (Clop & Álvarez 2013) y de yacimientos cercanos (Briand & Santallier, 1999 inédito), en el marco del presente trabajo se han ampliado los análisis petrográficos y las prospecciones de campo, tanto en el contexto del Valle medio del Éufrates, como en el Oasis de Damasco, y unas primeras muestras procedentes de tell Arqa y el Valle del Akkar (Líbano). Se han cumplido los objetivos de evaluar la variabilidad litológica en cada uno de los conjuntos analizados, y se ha realizado una

---

<sup>2</sup> En el programa experimental hemos comprobado que el proceso de descascarillado requiere de muy poca presión sobre el cereal para separar la cáscara, de ahí que probablemente la caliza constituya una buena materia prima para los útiles para esta función.

propuesta sobre los criterios que habrían regido la selección de soportes de materia prima, considerando las diferentes fuentes de materia prima disponibles, y las propiedades físicas de cada tipo de roca.

- **Análisis tecnológico de la manufactura de los artefactos.** Tal y como se ha detallado en la primera de las conclusiones de carácter histórico, el análisis de las trazas de manufactura ha permitido evaluar el grado de inversión de trabajo en cada una de las categorías artefactuales analizadas. A partir de una clasificación en función de las secuencias técnicas de transformación del soporte de materia prima (talla, piqueteado, abrasión) se han podido identificar diferencias significativas entre los yacimientos, que junto a otras variables del análisis (materia prima, tipología y atribución funcional) también han podido ser consideradas a nivel diacrónico en relación el desarrollo de las prácticas agrícolas en el Levante Norte y Central.

- **Análisis tipológico.** La propuesta de clasificación de los artefactos a partir de diversos tipos basados en los modos de funcionamiento y en la distribución de las trazas de uso a escala macroscópica ha constituido el primer paso para valorar el tipo de actividades en las que participaron los útiles. Posteriormente, las tipologías propuestas se han visto contrastadas con los datos obtenidos en el análisis traceológico a grandes aumentos (niveles 3 y 4 de observación), así como por el análisis de residuos.

- **Análisis de superficies de molienda.** El estudio funcional de los útiles de molienda se ha llevado a cabo mediante un análisis multi-escala de las superficies activas (arqueológicas y experimentales), el cual ha proporcionado importantes resultados en cada una de las escalas de observación. A nivel macroscópico y por medio de la observación a bajos aumentos (Niveles 1 y 3), la distribución de los patrones de desgaste indica el tipo de movimiento (percusión apoyada, percusión lanzada), las zonas de mayor contacto (aparición de las zonas pulidas) y las áreas que han recibido un mantenimiento más reiterado (complementariedad platos de homogeneización / zonas de piqueteado). También han sido discutidos los resultados con los trabajos similares como Dubreuil (2002; Dubreuil & Savage 2014), en relación a varios tipos de procesado de materias.

En los niveles 3 y 4 de observación<sup>3</sup>, el análisis se ha centrado en la caracterización de las trazas de uso sobre útiles de basalto, dada su importancia como materia prima principal en gran parte del conjunto arqueológico estudiado. Además, en el análisis realizado por medio de varios dispositivos de microscopía metalográfica, confocal e interferometría, se han obtenido buena parte de los resultados más relevantes a nivel metodológico del trabajo de tesis. De este modo,

---

<sup>3</sup> Esta etapa del estudio se realizó gracias a una estancia en el *Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systemès (École Centrale de Lyon)*. Agradecemos profundamente la colaboración del equipo dirigido por el Dr. Hassan Zahouani en mi estudio sobre instrumentos de molienda arqueológicos, especialmente al Dr. Roberto Vargiolu por su especial ayuda y dedicación a mi aprendizaje en la metodología de análisis de superficies en tribología.

el análisis de ha centrado en una de las temáticas cruciales de la investigación en traceología: la caracterización de los pulidos laborales.

La observación de superficies por medio del microscopio metalográfico ha revelado dos tipos principales de texturas de pulido. En primer lugar, el tipo de pulido *micropitted* ha sido ampliamente observado en útiles experimentales de molienda de cereal. Además, en el caso de las muestras arqueológicas, destaca el dominio de este tipo de textura de pulido en útiles del grupo artefactual G1, especialmente del conjunto de muestras de tell Arqa<sup>4</sup>, pero también en tell Halula y tell Aswad. En segundo lugar, el tipo de textura *deposit*, vinculado experimentalmente al trabajo de materias blandas y con contenido en grasas, presenta una distribución más diversificada en el conjunto artefactual, dominando principalmente el grupo artefactual G2 de los yacimientos de tell Aswad y tell Halula. De nuevo, hemos tratado de vincular nuestros resultados con publicaciones recientes sobre análisis de trazas de uso con microscopia metalográfica (Dubreuil & Savage 2013), tratando de solventar las equivalencias a nivel terminológico en las descripciones, y considerando las diferencias existentes por el tipo de muestras utilizadas (superficies originales en nuestro caso / uso de moldes de acetato y silicona en otros investigadores).

De forma complementaria al análisis cualitativo de los pulidos, el análisis topográfico sobre superficies 3D ha sido implementado a modo de continuación de los trabajos previos realizados en el LTDS sobre superficies de molienda (Procopiou 1998; Procopiou *et al.* 1998; Vargiolu 2008). Mediante las primeras pruebas estadísticas, quedó demostrada la viabilidad de este tipo de análisis a grandes aumentos y mediante rugosimetría láser sobre superficies de molienda en basalto. Por tanto, se trata del primer análisis que de forma amplia ha podido caracterizar pulidos laborales en superficies de molienda mediante la definición de atributos cualitativos y cuantitativos que permitan identificar la materia trabajada. El resultado de este tipo de caracterización 3D ha reforzado la atribución funcional de superficies arqueológicas con los dos tipos principales de pulidos, *micropitted* en relación al procesamiento de cereales, y *deposit* en asociación con el trabajo de la piel animal como primeras materias detectadas.

- **Análisis de residuos (fitolitos).** La realización de análisis de residuos microscópicos asociados al procesamiento de plantas con instrumentos de molienda, como fitolitos y almidones, constituye por el momento un ámbito de estudio inédito, tanto en las regiones del Valle del Éufrates y del Oasis de Damasco, como en el periodo neolítico del Próximo Oriente. Los resultados obtenidos en las series arqueológicas de los cuatro yacimientos estudiados<sup>5</sup> indican una notable presencia de fitolitos correspondientes a las envolturas de los granos de gramíneas, lo cual es indicativo de que los granos fueron procesados con un alto porcentaje de sus envoltorios (glumas, etc.). A nivel de especies procesadas, el estudio morfométrico de dos muestras de tell Aswad han mostrado evidentes similitudes con células de trigo moderno

---

<sup>4</sup> En este sentido, cabe recordar la procedente del conjunto artefactual de tell Arqa, considerado como un utillaje especializado en la molienda de cereales, y datado en la Edad del Bronce.

<sup>5</sup> Agradecemos sinceramente la colaboración a lo largo de buena parte del trabajo de tesis con el equipo dirigido por la Dra. M.R. Albert (UB), especialmente a la Dra. Marta Portillo. Esperamos poder seguir manteniendo proyectos en común entre ambos equipos y potenciar los estudios transversales en el análisis funcional en arqueología, así como en el estudio de las primeas sociedades agrícola-ganaderas.

(*Triticum dicoccum*), así como también han podido ser identificadas células relacionadas con el género *Hordeum* en las muestras de tell Aswad y Jerf el Ahmar. Por último, la realización de una primera serie de análisis de muestras experimentales ha comenzado a aportar datos muy relevantes acerca del impacto que pueden generar los procesos de descascarillado y molienda de cereales sobre la conservación de las estructuras silíceas (fitolitos), y que sin duda proporcionará una base empírica más sólida para poder evaluar los resultados sobre muestras arqueológicas.

Por último, y en relación al estudio funcional que en términos globales hemos querido implementar en el presente trabajo de tesis sobre instrumental de molienda y trituración, nos gustaría destacar la relación transversal positiva que hemos podido observar al cruzar los resultados de las diferentes disciplinas implementadas y los aspectos analizados. De este modo, a través de los diversos niveles de observación de la materialidad arqueológica con la que hemos tratado, ha sido posible trazar unas primeras líneas sobre el conocimiento de las actividades de molienda y trituración que realizaron las primeras sociedades neolíticas de los tres yacimientos levantinos estudiados.

### 5.3. CONTINUACIÓN DEL ESTUDIO

Una de las ventajas de la investigación en general y arqueológica en particular, es que el desarrollo de la misma con la generación de nuevos conocimientos, evidencias e hipótesis, provoca al mismo tiempo la aparición de nuevos vacíos de datos, la generación de nuevas preguntas, es decir, la necesidad que la investigación provoque la aparición de nuevas líneas de trabajo. En nuestro caso después del estudio realizado insistiríamos en varias líneas de investigación:

*- Líneas de desarrollo en el análisis del registro arqueológico:*

En relación a las tres series neolíticas analizadas, el análisis espacial de los artefactos constituye uno de los siguientes pasos para poder abordar la determinación de las zonas de procesado en tell Halula i tell Aswad, y seguir avanzado en la asociación del utillaje de Jerf el Ahmar con las casas excavadas hasta el momento. También está previsto realizar un análisis complementario más exhaustivo entre el análisis funcional de los artefactos de molienda y trituración con otros indicadores agrícolas o de explotación de plantas que se encuentran también en fase de estudio: la carpología, a nivel taxonómico y a nivel de distribución espacial de las actividades de procesamiento de las cosechas.

Una nueva línea de trabajo interdisciplinar entre el análisis de los instrumentos de molienda y trituración y el estudio de las poblaciones neolíticas estudiadas podría proporcionar mucha información en relación a los gestos técnicos (posición del usuario durante la actividad), la intensidad del trabajo (patologías asociadas con la molienda), y también para tratar cuestiones de dieta y alimentación en el periodo neolítico (desgaste dentario, patologías dentarias, análisis de isótopos, etc.).

Por otra parte, se encuentra en proceso de estudio el análisis íntegro de los materiales de molienda y trituración de tell Arqa (Líbano), con un doble objetivo: el estudio del conjunto artefactual en relación al contexto socio-económico en el que se encuentra, y a nivel metodológico, reforzar el método y las evidencias observadas en el periodo Neolítico (tipos de útiles especializados en la molienda de cereales, etc.).

*- Líneas de desarrollo en arqueología experimental.*

Aunque durante nuestro trabajo ya se han realizado diferentes prácticas con la metodología experimental, nos parece realmente importante continuar con las mismas ampliando el abanico de actividades reproducidas y de materias a trabajar. A nivel más preciso señalaríamos dos líneas:

a) Continuar las experimentaciones ampliando el espectro de materias a trabajar (otros vegetales, pigmentos en estado natural, etc.) e incluyendo los artefactos de molienda experimentales elaborados en rocas calizas, esencial para la comprensión funcional del utillaje de Jerf el Ahmar.

b) Iniciar una nueva línea de experimentación y profundizar en la interpretación funcional del utillaje de trituración, morteros y pilones, con diferentes tipos de rocas (calizas, rocas ígneas).

*- Líneas de desarrollo en la metodología funcional.*

Como hemos mostrado a lo largo del capítulo 3.4., el análisis multi-escala y multi-método realizado sobre superficies de abrasión ha proporcionado resultados altamente satisfactorios a nivel de interpretación funcional de los artefactos muestreados, y en cuanto a lo que avanza metodológico de la disciplina de la traceología se refiere. Sin embargo, cabe recordar que estas técnicas de análisis desarrolladas desde la ingeniería de superficies requieren un equipamiento de laboratorio muy especializado que no es el habitual en departamentos de arqueología y prehistoria. Por lo tanto, otro de los objetivos que persigue el presente estudio es fortalecer los criterios de interpretación funcional a partir de la descripción óptica y cualitativa (microscopía convencional) de las trazas de uso mediante la ampliación de la base empírica que sustenta dichos criterios de descripción y clasificación. Es decir, si los atributos que genera la descripción cualitativa de las trazas de uso pasan “el examen” de su contrastación bajo atributos de tipo cuantitativo, tales atributos cualitativos obtendrán un valor inferencial más elevado y podrán utilizarse con mayor seguridad en las interpretaciones funcionales de las superficies arqueológicas. De esta forma, siempre que la variable materia prima se mantenga constante, otros conjuntos arqueológicos podrán ser analizados bajo los mismos parámetros que hemos descrito en este capítulo.

Por último, y en relación a la identificación de las áreas de procesado de plantas en los asentamientos, cabe destacar que durante las últimas campañas de excavación en tell Halula se inició un protocolo de recogida de muestras para análisis de residuos. Confiamos en que esta línea de trabajo nos permita completar la información contextual que, a causa de la conservación de los instrumentos y su desplazamiento respecto a las estaciones de molienda, podamos avanzar en la caracterización de estas actividades a lo largo de la secuencia neolítica.







## RESUMEN

El trabajo de investigación desarrollado en la tesis doctoral se ha centrado en el estudio del utillaje de molienda y trituración procedente de diversos yacimientos neolíticos en el Levante mediterráneo. El período neolítico corresponde al marco temporal en el que se desarrollan y consolidan nuevas formas de producción de alimentos, nuevos patrones de ocupación del espacio, y nuevas formas de organización económica y social. En aproximadamente cuatro milenios (10200-6000 BC) se constituye un nuevo sistema socio-económico que marcará las bases del desarrollo de las comunidades de Próximo Oriente, y posteriormente también del continente europeo.

Entre las diversas categorías de artefactos macrolíticos, el utillaje de molienda y trituración incluye aquellos artefactos (los que denominaremos en este trabajo moletas, molinos, pilones y morteros) que muestran evidencias superficiales de haber sido utilizados para moler, pulverizar, machacar o abrasar sustancias sobre sus caras activas. A pesar de las particularidades y restricciones que supone el estudio del utillaje de molienda y trituración, trabajos anteriores (Adams 1988; Risch 1995; Procopiou 1998; Dubreuil 2002; Hamon 2006; Delgado 2008; Adams *et al.* 2009; entre otros) han evidenciado el potencial de estas industrias en lo que se refiere a datos sobre prácticas económicas e implicaciones tecnológicas, por lo que pueden jugar un papel muy relevante en el seno de las comunidades prehistóricas estudiadas. El punto en el que hemos incidido es en el desarrollo de una metodología de análisis para estos materiales que permita tratar cuestiones de funcionalidad, desarrollo tecnológico y otros aspectos vinculados. Es por ello que una parte importante de la tesis ha sido destinada a desarrollar una nueva metodología de estudio funcional que integra el análisis de la materia prima; el estudio tecnológico, morfométrico y tipológico; y el análisis funcional que integra el análisis traceológico con el análisis de residuos conservados (fitolitos) en los artefactos. En especial, hemos querido destacar el avance en la caracterización de las superficies activas de los útiles por medio de un sistema de análisis mediante varios niveles de observación, completado con una caracterización cuantitativa de los pulidos identificados.

De esta forma, el trabajo de investigación se sitúa en un marco espacio-temporal excepcional en relación a la aparición y la consolidación de las prácticas agrícolas. La excavación del yacimiento PPNA de Jerf el Ahmar (Valle medio del Éufrates) ha aportado un registro arqueobotánico y arqueológico prácticamente único en este horizonte histórico, en el que se documenta una explotación intensiva y estructurada (procesado y almacenaje para el aprovechamiento de varios productos vegetales: grano, paja, legumbres, y otros taxones) de plantas silvestres que además será creciente a través de la secuencia de ocupación del poblado. En segundo lugar, los yacimientos PPNB-PN de tell Aswad (Oasis de Damasco) y tell Halula (Valle medio del Éufrates) se encuentran en la lista de los primeros contextos precerámicos en los que aparecen documentadas claramente especies de cereales morfológicamente domésticos.

Los resultados obtenidos han permitido avanzar significativamente en el conocimiento de las actividades en las que fueron utilizados los artefactos de molienda y trituración, así como el tipo de gestión y uso que tuvieron en cada yacimiento. De forma detallada destacamos:

- Ha sido posible identificar las áreas fuente de materias prima que fueron explotadas por las comunidades estudiadas. Se han aportado nuevos análisis petrográficos inéditos en las zonas estudiadas a partir de las rocas muestreadas en las prospecciones de campo y las muestras de los útiles arqueológicos.

- Se ha estimado el grado de inversión de trabajo en la selección de los bloques de materia prima; su manufactura y el mantenimiento de los artefactos.

- Se ha realizado una propuesta tipológica de útiles basada en el modo de funcionamiento de los artefactos (gestos técnicos).

- El estudio funcional de los artefactos ha demostrado que en Jerf el Ahmar (PPNA) existiría una mayor especialización del utillaje de molienda en el procesado de granos de cereal (y probablemente otras plantas). En tell Halula y tell Aswad (PPNB-PN), también se documentan molinos de un grado de elaboración técnico mayor, destinado a la molienda de cereales. Sin embargo, en los yacimientos PPNB se documenta útiles de molienda que fueron utilizados en otras actividades artesanales como el trabajo de la piel, y la abrasión de objetos líticos (como hachas pulidas). El análisis de superficies ha permitido identificar y analizar pulidos diagnósticos del procesado de materias concretas: la molienda de cereales con molinos y moletas, y el trabajo de materias grasientas como el trabajo de la piel. Esta interpretación funcional ha sido respaldada por los resultados de la caracterización cualitativa y cuantitativa de las superficies, por medio de parámetros estadísticos propios de la tribología.

Tras el análisis, los resultados del estudio funcional de los artefactos se han relacionado con los espacios de producción documentados en los yacimientos neolíticos (especialmente en Jerf el Ahmar; ver Willcox 2002, Stordeur & Willcox 2009), así como con la información disponible sobre el uso de las plantas. Finalmente, las conclusiones del trabajo han sido contextualizadas a partir de las principales líneas de investigación centradas en el estudio de este tipo de utillaje en el Próximo Oriente (Wright 1992, 1993, 2000; Dubreuil 2002, 2004).

## ABSTRACT

The research developed in this PhD dissertation has been focused on the study of grinding and pounding tools from several Neolithic sites in the Levant. The Neolithic period corresponds to the chronological timeframe in which new forms of food production, consolidated (agriculture), new occupation patterns of space (sedentarism) and new forms of economic and social organization were developed. During about four millennia (10200-6000 BC) a new socio-economic system set the foundation for the development of communities in the Near East and later the European continent.

Among the different categories of ground stone artefacts, the grinding and pounding tools include those artefacts (which we will name in this work as grinding slabs/querns, handstones, pestles and mortars) show surface evidence of having been used to grind, pulverize, crush or abrade substances on their active faces. Despite these particularities and constraints involved in the study of grinding and pounding tools, previous studies (Adams 1988; Risch 1995; Procopiou 1998; Dubreuil 2002; Hamon 2006; Delgado 2008; among others) have demonstrated the potential of these industries, referring to data on economic practices and technological implications, which can play an important role within the study of prehistoric communities. The point which we have focused on is the development of a methodology of analysis for these materials that enables us to deal with issues of functionality, technological development and related matters. That is why an important part of the thesis was aimed at developing a new methodology for functional study that integrates the analysis of the raw material; the technological, typological and morphometric study; and the functional analysis that includes the use wear analysis with the analysis of conserved residues (phytoliths) on the artefacts. In particular, we wanted to highlight the progress in the characterization of the active surfaces of the tools through an analysis system using different observation levels, completing with a quantitative characterization of the kinds of polished surfaces identified.

In this way, the research stands at an exceptional time-space framework in relation to the appearance and the consolidation of the agricultural practices. The excavation of the PPNA Jerf el Ahmar site (Middle Euphrates Valley) has provided almost unique archaeobotanical and archaeological records in this historical horizon. At this first site an intensive and structured exploitation of wild plants was documented (processing and storage for the use of several plant products: grain, straw, vegetables, and other taxa), which is also increasing through the sequence of the village occupation. Secondly, the PPNB-PN sites of Tell Aswad (Damascus Bassin) and Tell Halula (Middle Euphrates Valley) are found in the list of the first Pre-Pottery contexts, where morphologically domestic cereal species are clearly documented.

The results obtained have allowed significant progress in the knowledge of the activities in which the grinding and pounding artefacts were used, as well as the type of management and use that they had at each site. In more details we highlight:

- It was possible to identify the source areas of raw materials that were exploited by the communities studied. A new unedited petrographic analysis has been contributed to the study of Middle Euphrates Valley and Damascus Bassin, based on the stone samples taken from the field surveys and from the archaeological tools.

- It has been estimated the investment grade of work in selecting blocks of raw materials; the manufacture and the maintenance of the artefacts.
- A new typological proposal has been established based on the operating mode of the artefacts (technical gestures).
- The functional study of artefacts has shown that a greater specialization of grinding tools in the cereal grains processing (and probably other plants) during the PPNA at Jerf el Ahmar. At tell Halula and tell Aswad (PPNB-PN) grinding tools of a higher degree of technical development for the grain grinding are also documented. However, In the PPNB sites, it was documented that grinding tools were used in other craft activities as the hide-processing, and abrasion and polishing of lithic objects (such as axes).
- The surface analysis allowed identifying and analyzing diagnostics polishes produced by the processing of specific materials: the grinding of cereals with grinding tools; and the work of greasy materials like the hide-processing. This functional interpretation has been supported by the results of the qualitative and quantitative characterization of surfaces, and through statistical parameters from tribology.
- Following the analysis, the results of the functional study of the artefacts have been linked to the productions areas (production spaces as grinding stations) documented in the Neolithic sites (especially Jerf el Ahmar, see Willcox 2002, Stordeur & Willcox 2009), and with the information available on the use of plants (Archaeobotany). Finally, the conclusions of the study were contextualized with the main lines of research focused in the study of this type of tools in the Near East (Wright 1992, 1993, 2000; Dubreuil 2002, 2004).

## الملخص:

ركز البحث المقدم في هذه الأطروحة على دراسة أدوات الطحن والطرق من مختلف مواقع العصر الحجري الحديث في المشرق الأوسط. يتوافق العصر الحجري الحديث مع التطور والتعزيز لأشكال جديدة من الإنتاج الغذائي وأنماط جديدة من الاستيطان وأشكال جديدة من التنظيم الاقتصادي والاجتماعي. تم وضع الأساس لنظام اجتماعي واقتصادي جديد في تمتد على حوالي أربعة آلاف سنة (من 10200 حتى 6000 قبل الميلاد) وهو الذي سيحدد لاحقاً قواعد التنمية للمجتمعات في الشرق الأوسط ولاحقاً في القارة الأوروبية.

يبين الفئات المختلفة للأدوات الحجرية، نجد أدوات الطحن والطرق التي تضم تلك الأدوات الأثرية (والتي سنسميها مطاحن وألواح طحن ومدقات وهاون) التي تدل بأسطحها على أنها استخدمت لطحن وسحق وكشط وندق مواد محددة. على الرغم من الخصوصيات والمعوقات التي تضمنها دراسة هذه الأدوات، فإن أعمال سابقة ( Adams 1988; Risch 1995; Procopiou 1998; Dubreuil 2002; Hamon 2006; Delgado 2008; من ضمن أعمال أخرى) أظهرت أهمية هذه الصناعات فيما يتعلق بالممارسات الاقتصادية وانعكاساتها التقنية والتي يمكن أن تلعب دوراً هاماً في دراسة مجتمعات ما قبل التاريخ. النقطة التي ركزنا عليها في هذا البحث كانت حول تطوير منهجية تحليل لهذه المواد تسمح بالدراسة الوظيفية والتطور التقني ومواضيع أخرى ذات صلة. ولهذا الهدف، فقد كررنا جزء مهم من هذه الأطروحة إلى تطوير منهجية جديدة تضم بنفس الوقت تحليل المواد الخام والدراسة التقنية والشكلية والنمطية والدراسة الوظيفية من خلال تحليل آثار الاستخدام وتحليل البقايا المحفوظة على الأسطح المستخدمة للقطع الأثرية. على وجه الخصوص، أردنا تسليط الضوء على التقدم في توصيف الأسطح المستخدمة لهذه الأدوات عن طريق نظام تحليلي يعتمد على مستويات متعددة من المشاهدة مترافقة مع توصيف كمي للأسطح المصقولة الموثقة.

وهكذا فإن البحث يتركز في إطار زمني ومكاني فريد من نوعه فيما يتعلق بظهور وتعزيز الممارسات الزراعية. قدمت الحفريات الأثرية في موقع جرف الأحمر من فترة PPNA (وادي الفرات الأوسط) سجل أثري مهم ومعلومات فريدة في هذا الأفق التاريخي عن النباتات القديمة، حيث تم توثيق عمليات مكثفة ومنظمة ( تجهيز وتخزين لمنتجات نباتية مختلفة: حبوب وقش وخضروات وأنواع أخرى) لنباتات برية والتي تتزايد بالتزامن مع زيادة الاستيطان في الموقع. ثانياً، تعتبر مواقع الـ PPNB-PN، موقع تل أسود (غوطة دمشق) وموقع تل حالولة (وادي الفرات الأوسط)، من مواقع ما قبل الفخار الأولى التي وثق فيها بشكل واضح أنواع من الحبوب المدجنة.

وقد أتاحت نتائج الدراسات تقدماً كبيراً في معرفة الأنشطة التي استخدمت فيها أدوات الطحن والطرق في كل موقع. وبشكل أكثر تفصيلاً:

- تم تحديد مناطق مصدر مواد الخام التي تم استخدامها من قبل الجماعات التي احتلت المواقع السابقة. ومن ثم تحليل الصخور من خلال دراسة جديدة لعينات الصخور في المناطق الممسوحة ميدانياً ومقارنتها مع العينات الأثرية.

- تم تقدير مستوى العمل في انتقاء كتل المواد الخام وتصنيع الأدوات والمحافظة عليها.

- تم اقتراح تصنيف نمطي للأدوات على أساس وظيفة هذه الأدوات.

- أظهرت الدراسة الوظيفية لهذه الأدوات تواجد تخصص كبير في صناعة أدوات الطحن واستخدامها في طحن الحبوب وربما نباتات أخرى في موقع جرف الأحمر (PPNA). أيضاً وثقت في تل حالولة وتل أسود (PPNB-PN) أدوات الطحن بدرجة عالية من التقنية مستخدمة لطحن الحبوب. بالإضافة إلى ذلك، تم توثيق أدوات طحن مستخدمة في أنشطة حرفية أخرى مثل تصنيع الجلد والأدوات الحجرية الصوانية كالفؤوس وغيرها، وذلك في مواقع الـ PPNB.

- سمح تحليل سطوح الأدوات المستخدمة بتحديد وتشخيص نوعية الصقل الناتجة عن تجهيز مواد محددة: طحن الحبوب وكشط مواد دهنية مثل الجلد. وقد تم دعم هذا التفسير الوظيفي من خلال نتائج التوصيف الكمي والنوعي لأسطح الأدوات المستخدمة من خلال مؤشرات احصائية خاصة بهذا الاحتكاك الناتج عن عملية الطحن.

- بعد التحليل، تم ربط نتائج الدراسة الوظيفية للأدوات بمناطق الإنتاج (مساحات خاصة للإنتاج ومناطق للطحن) موثقة في مواقع العصر الحجري الحديث (وخاصة جرف الأحمر، انظر Willcox 2002, Stordeur & Willcox 2009) وأيضاً المعلومات المتاحة عن استخدام النباتات (علم دراسة النباتات القديمة). وأخيراً، تمت سياقة نتائج البحث وفق الخطوط

الرئيسية للبحث المتركزة بدراسة هذا النوع من الأدوات في الشرق الأوسط ( Wright 1992, 1993, 2000; Dubreuil )  
(2002, 2004).







**INICIO Y CONSOLIDACIÓN DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS  
DURANTE EL NEOLÍTICO EN EL LEVANTE MEDITERRÁNEO  
(SEPTENTRIONAL Y CENTRAL):**

**EL PROCESO DE MOLIENDA Y TRITURACIÓN A PARTIR  
DEL ANÁLISIS FUNCIONAL DEL INSTRUMENTAL  
MACROLÍTICO**

**Tesis Doctoral**

**MARIA BOFILL MARTINEZ**

**Curso académico 2013-2014**

**Directores: MIQUEL MOLIST MONTAÑA  
y HARA PROCOPIOU-ABBÈS**

**Vol. II**

**Doctorat en Arqueologia Prehistòrica**

**Departament de Prehistòria  
Facultat de Filosofia i Lletres**

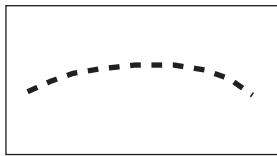


**Universitat Autònoma de Barcelona**



*Figuras*

# LEYENDA DIBUJO TÉCNICO ÚTILES



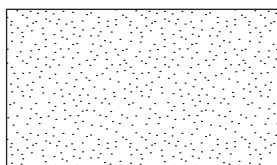
Delimitación de la superficie activa



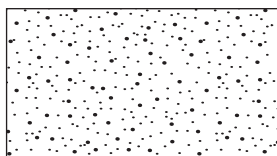
Pulido intenso



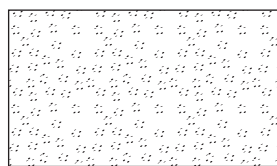
Pulido leve



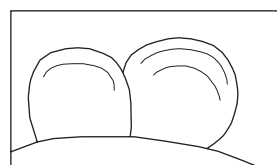
Homogeneización lisa



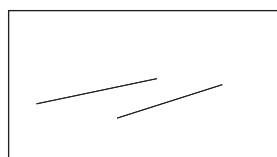
Homogeneización rugosa / piqueteado usado



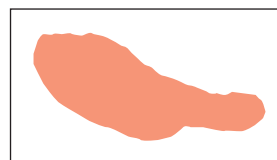
Fosillas de piqueteado



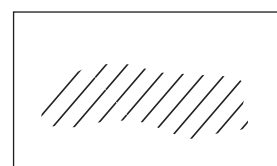
Extracciones por talla / percusión



Rascadas



Residuos de pigmento



Concreción



Superficie natural / Sin modificar

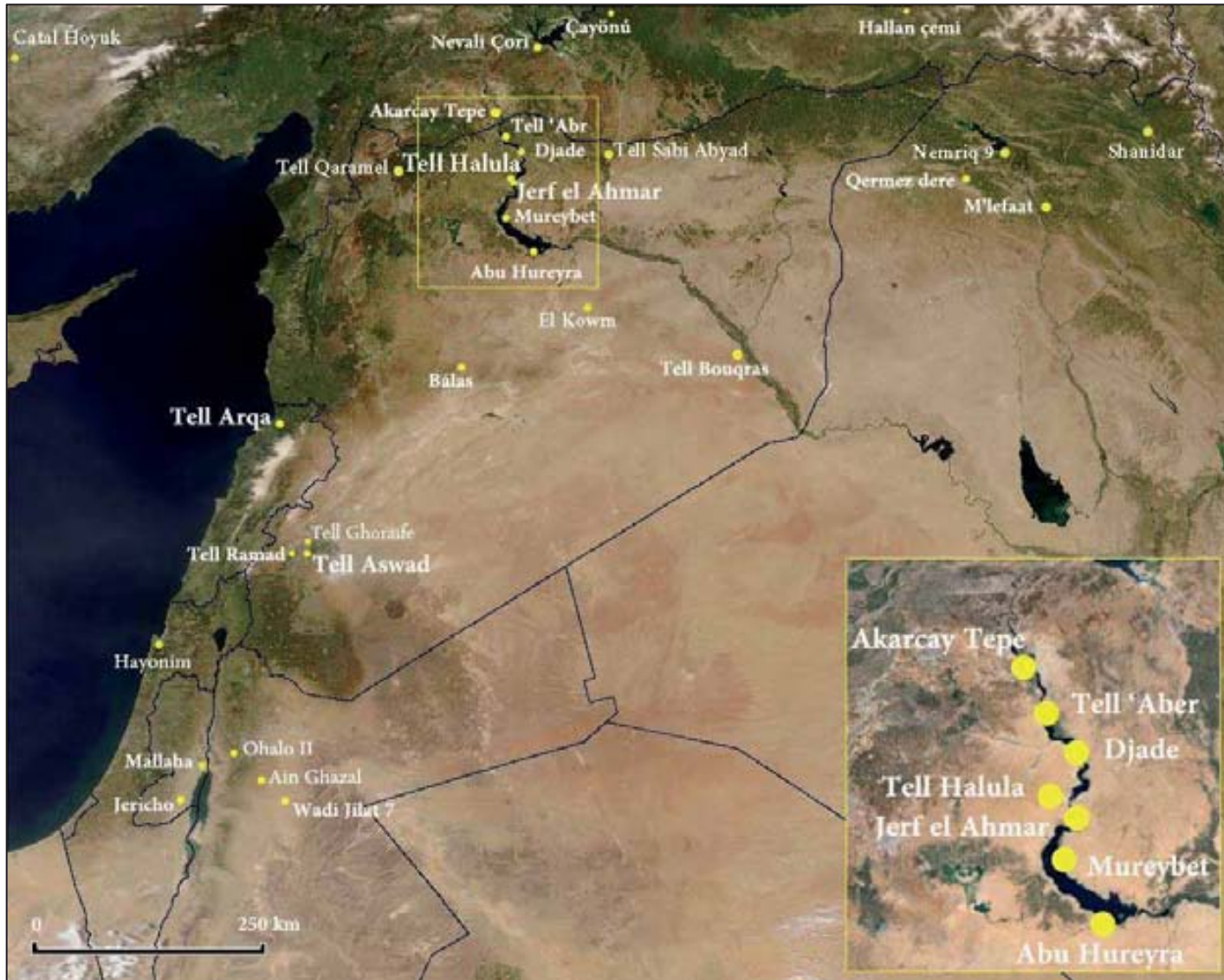


Fig. 1.1.1. Localización de los principales yacimientos mencionados en el texto (Imagen extraída de *GoogleMaps*, mapa realizado por B. Taha).

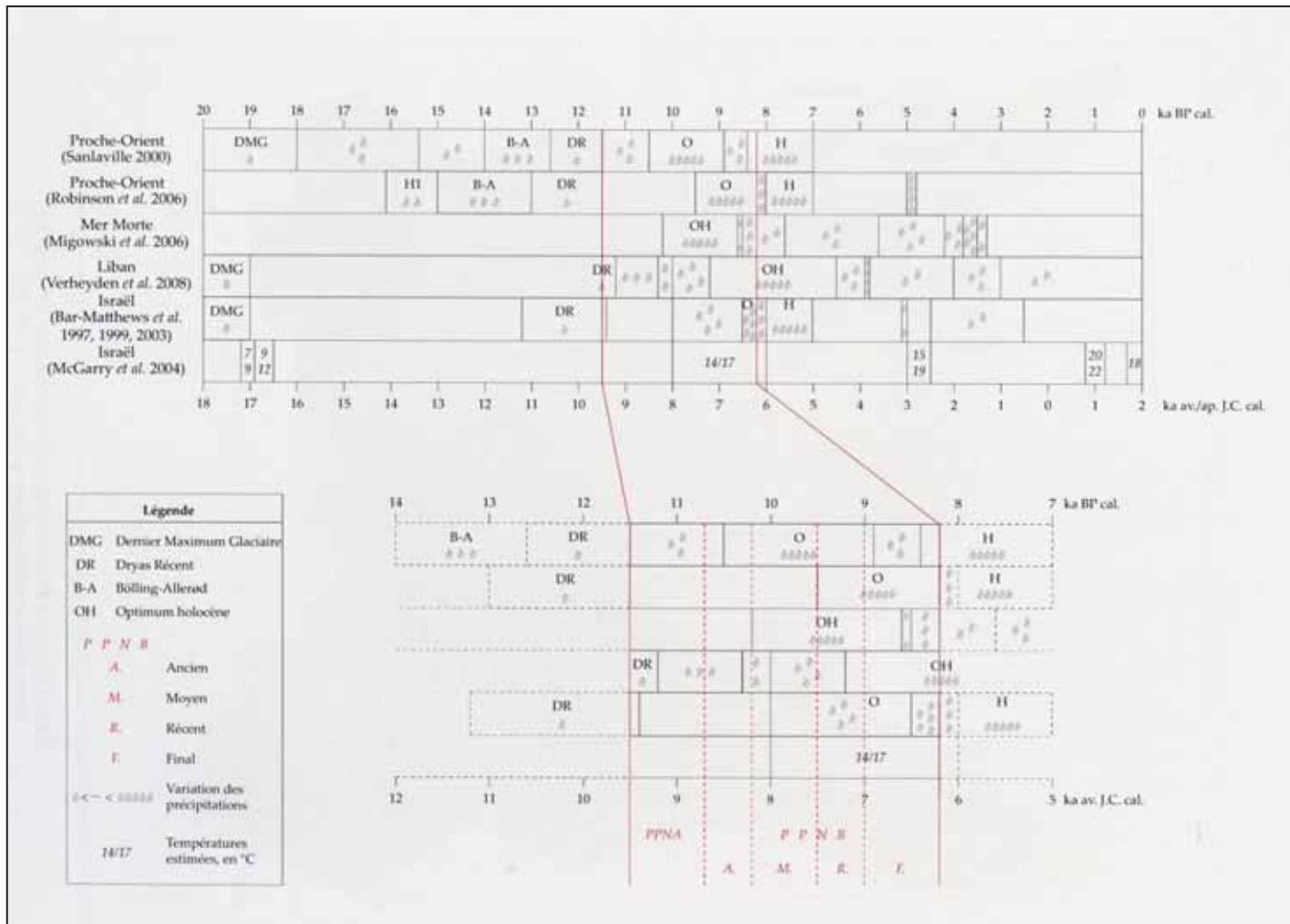


Fig. 1.2.1. Las fluctuaciones climáticas en el Próximo Oriente después del Máximo Glaciar (a partir de Chambrade 2012, Fig.18).



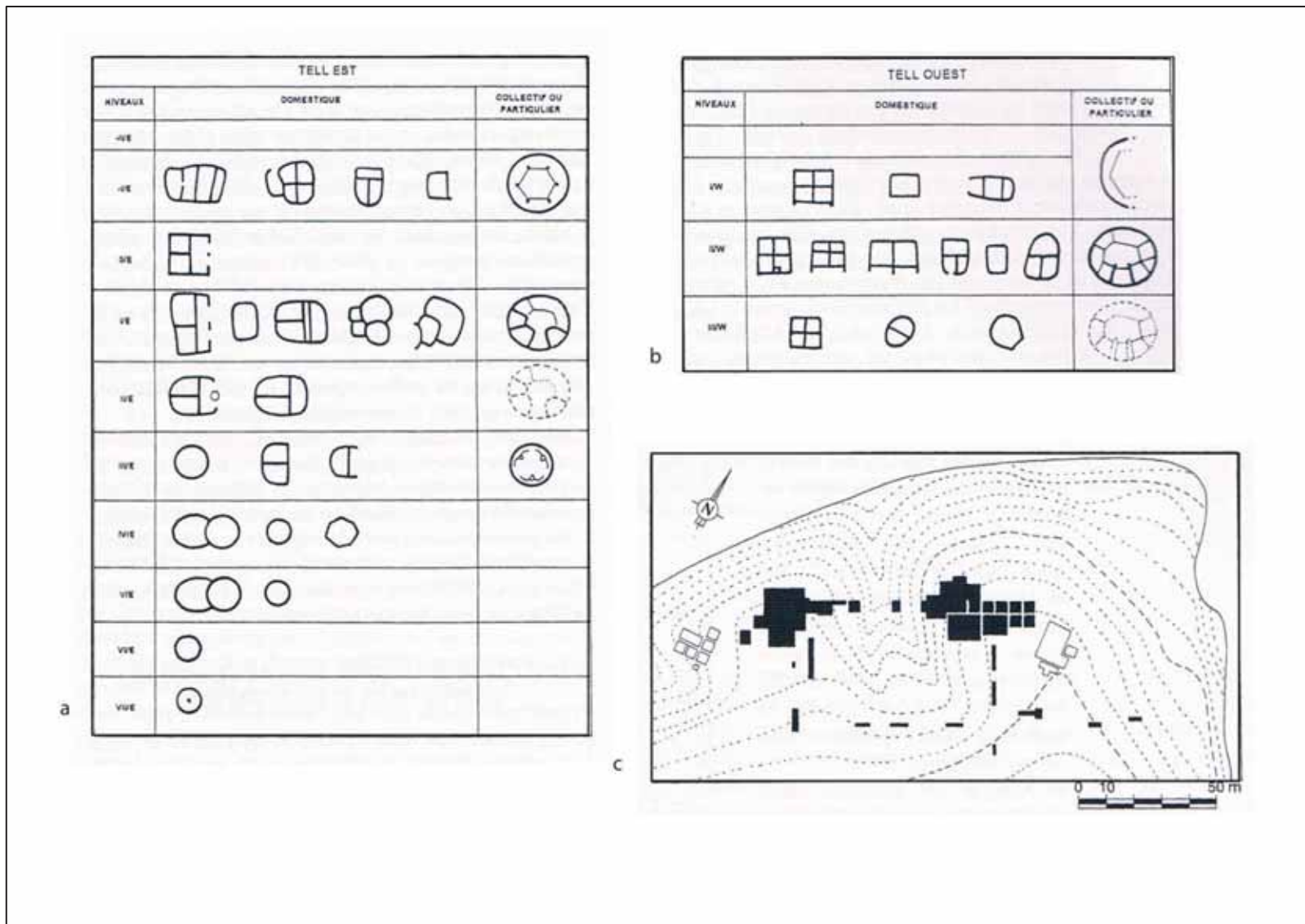


Fig. 1.4.1. Jerf el Ahmar: (a-b) Evolución de los modelos arquitectónicos en el Cerro Este y en el Cerro Oeste. (a) Área excavada durante las campañas de 1995-1999 (Stordeur & Abbès 2002)

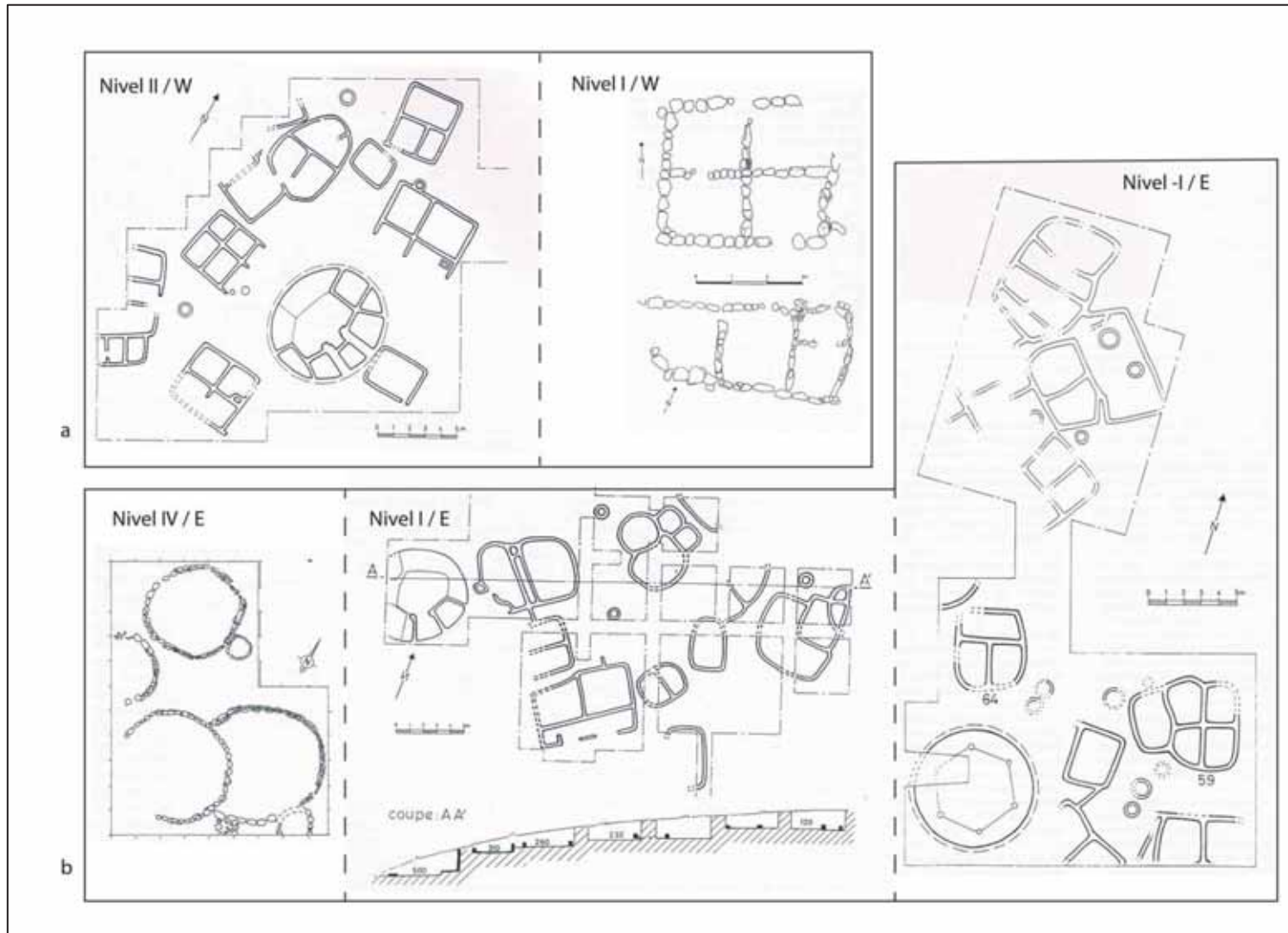


Fig. 1.4.2. (a-b) Planimetría de los poblados sucesivos documentados en los niveles de ocupación I / W y II / W en el cerro oeste, y IV / E, I / E y -I / E en el cerro este de Jerf el Ahmar (Stordeur & Abbès 2002).

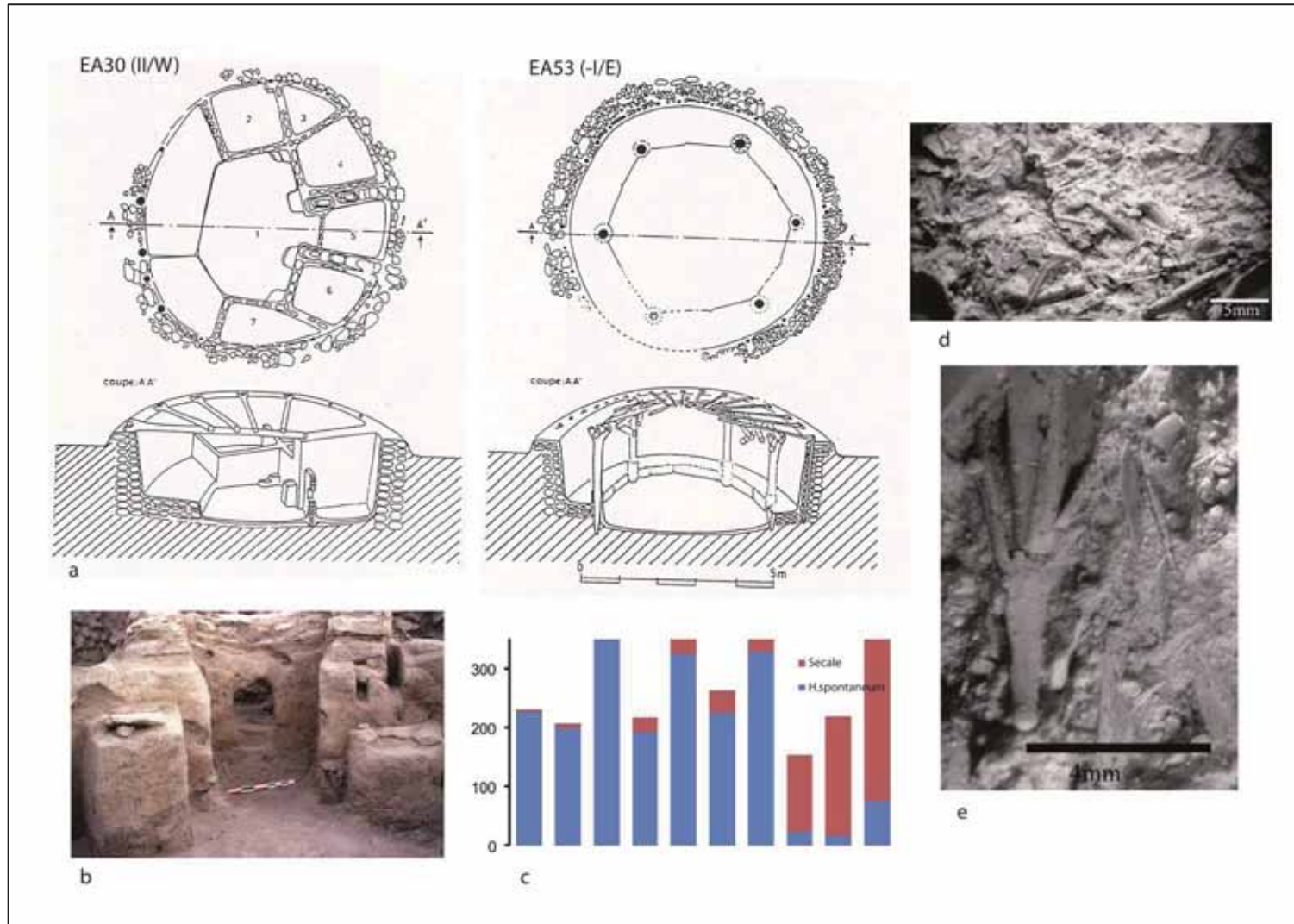


Fig.1.4.3. Edificios comunitarios de Jerf el Ahmar, (a) EA30 y (b) EA53 (Stordeur & Abbès, 2002, fig.8). (b) Estructuras de almacenaje halladas en Jerf el Ahmar (Willcox & Stordeur 2012, fig.8). (c) Proporciones de centeno (*Secale*) y cebada (*H. spontaneum*) en 10 muestras procesadas de Jerf el Ahmar. (d-e) Restos de subproductos de cereales en la los adobes de Jerf el Ahmar.

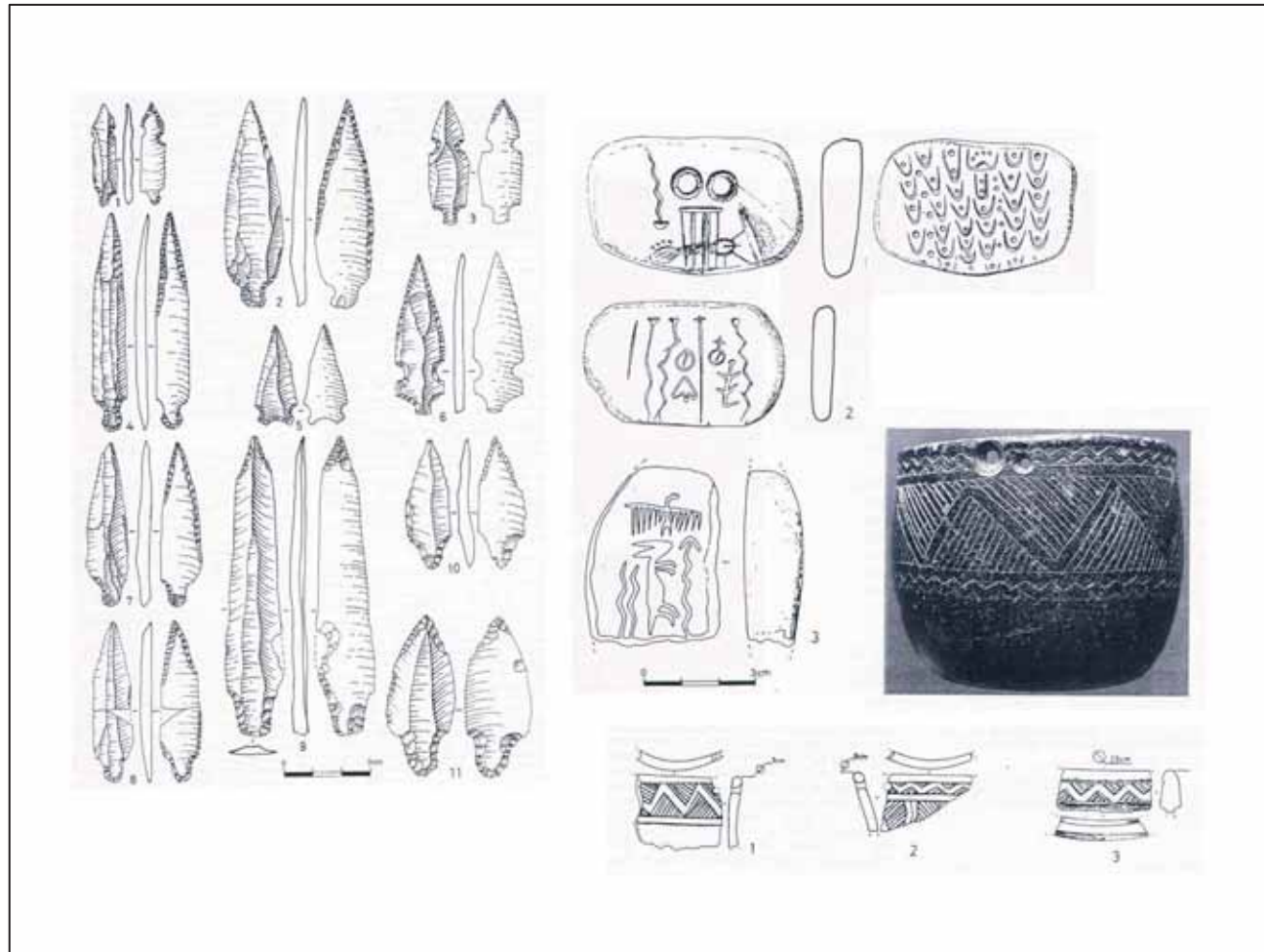


Fig. 1.4.4. Industria lítica y objetos con decoración figurativa (placas de piedra) y geométrica (vasos de piedra) de Jerf el Ahmar (Stordeur & Abbés 2002).

Registro arqueobotánico Jerf el Ahmar		
	T	Ub%
<b>Cereales silvestres</b>		
<i>H. spontaneum</i> (grano)	9639	91
<i>H. spontaneum</i> (base)	3325	58
<i>Triticum/Secale</i> (grano)	2539	81
<i>Secale</i> spk (base)	144	11
<i>T. boeoticum single-grained</i> (grano)	67	11
<b>Gramíneas silvestres (excepto cereales)</b>		
<i>H. murinum/bulbosum</i> (grano)	2100	68
<i>Aegilops</i> (base)	144	6
<i>Aegilops</i> (grano)	7	3
<i>Bromus</i>	106	15
<i>Stipa</i> (grano)	118	5
<i>Taeniatherum</i> (base)	70	12
<i>Taeniatherum</i> (grano)	126	23
<i>Poaceae</i>	2380	45
<i>Poaceae</i> (base)	52	8
<i>Panicoid</i>	20	4
<b>Plantas silvestres</b>		
<i>Astragalus</i>	224	32
<i>Bellevalia</i>	201	8
<i>Brassicaceae</i>	532	10
<i>Chenopodiaceae</i>	103	5
<i>Cucurbitaceae</i> tipo <i>Bryonia</i>	28	6
<i>Cyperaceae</i>	32	9
<i>Fabaceae</i> type 1	203	23
<i>Galium</i>	195	31
<i>Polygonum/Rumex</i>	497	38
<i>Silene/Gypsophila</i>	519	40
<i>Trifolieae</i>	232	30
<b>Fabaceae</b>		
<i>Pisum elatius</i>	3	1
<i>P./Vicia/Lathyrus</i>	482	55
<i>Lens</i>	1820	77
<i>Vicia ervilia</i>	32	16
<b>Frutos y nueces comestibles</b>		
<i>Pistacia</i> (fruto entero)	4	1
<i>Pistacia</i> (frags)	2650	63
<i>Amygdalus webbii/orientalis</i>	1588	56
<i>Vitex agnus-castus</i>	34	4
<i>Ficus carica</i>	11	3
<i>Capparis</i>	339	22
<b>Restos de plantas procesadas</b>		
Pastel de semillas (seed cakes)	11	4
Frags amorfos	119	43
Flor (base)	2	1
<i>Asteraceae capitulum</i>	1	1

Fig. 1.4.5. Listado de taxones documentados en el yacimiento de Jerf el Ahmar. Se incluyen los números absolutos de las identificaciones (T) y la ubicuidad (Ub%), es decir, el porcentaje de muestras en las que está presente un taxón. Partes enteras o fragmentadas de las plantas cuentan como un ítem (Modificado a partir de Willcox *et al.* 2008).

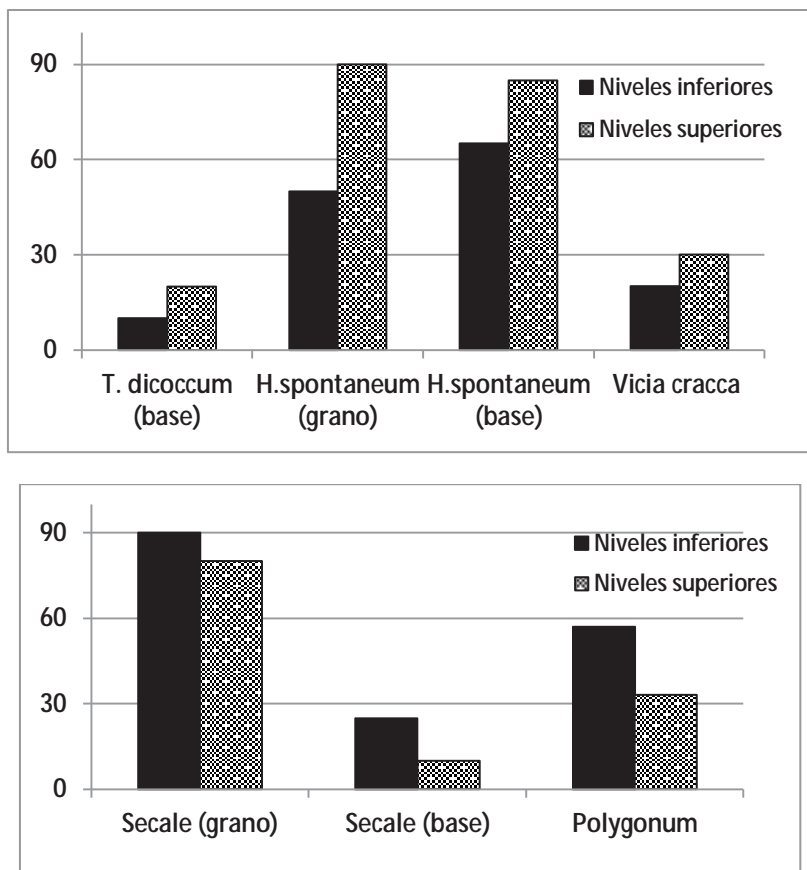


Fig.1.4.6. Porcentaje de valores de ubicuidad de un conjunto seleccionado de taxones vegetales, comparando los niveles inferiores y superiores de ocupación en Jerf el Ahmar (traducido a partir de Willcox & Stordeur 2012, fig.3). La ubicuidad se calcula a partir de la presencia/ausencia de un taxón en un número dado de muestras, y es considerada como una variable más significativa que los contajes absolutos. En el gráfico superior se muestran aquellos taxones que incrementan en los niveles más recientes. En el gráfico inferior se incluyen las gramíneas de pequeño grano (como el centeno, *Secale*) las cuales disminuye su presencia en los niveles más recientes y que por tanto su recolección se irá abandonando gradualmente.



Fig. 1.4.7. Restos de cereales silvestres carbonizados recuperados en Jerf el Ahmar: base de espiguilla (izquierda) y granos (derecha) de *H. spontaneum* (arriba); *idem* de *Secale* (abajo). ( Willcox & Stordeur 2012, fig.2).

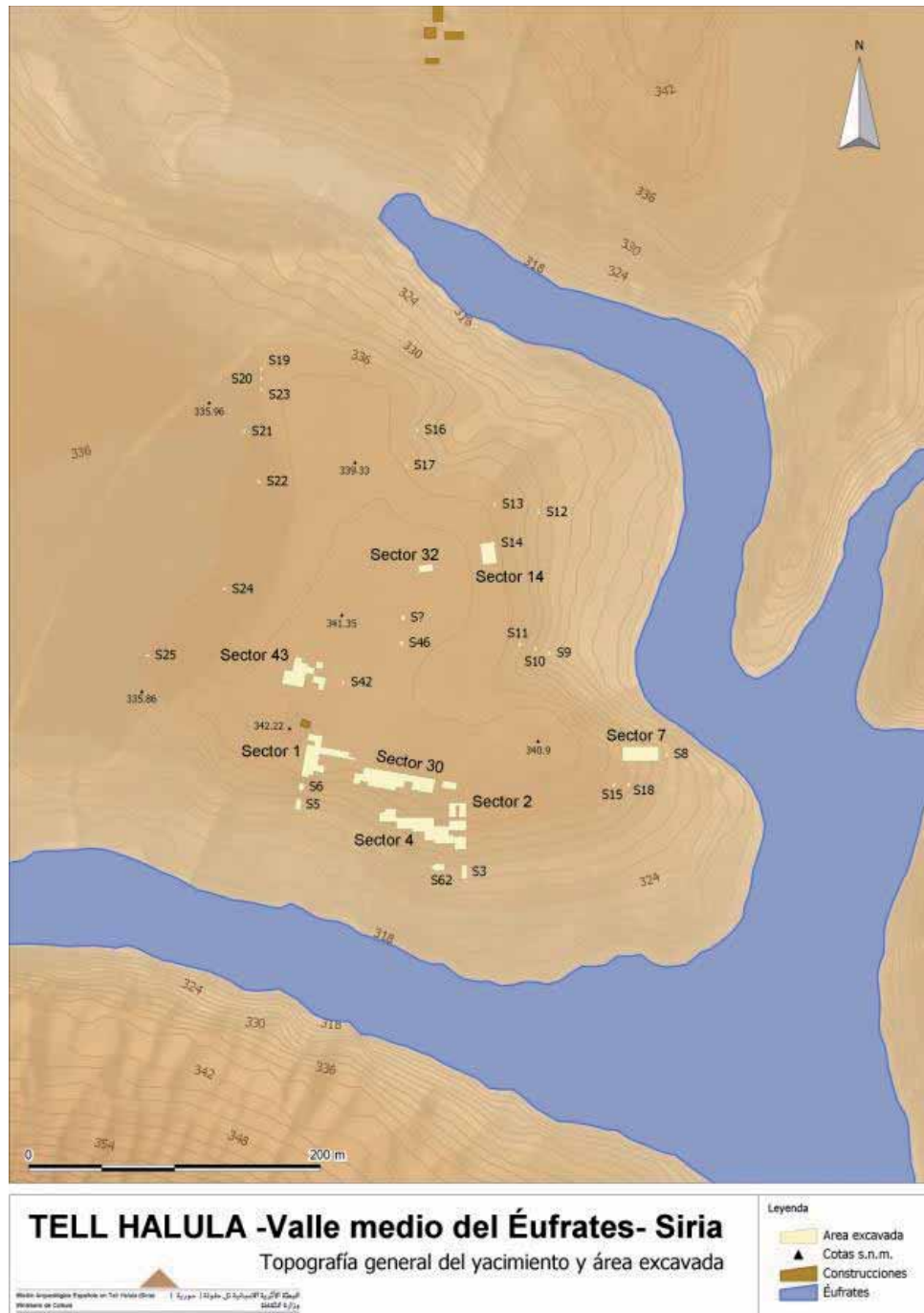


Fig. 1.4.8. Planimetría general del yacimiento de tell Halula (Molist & Vicente 2013, fig.1).

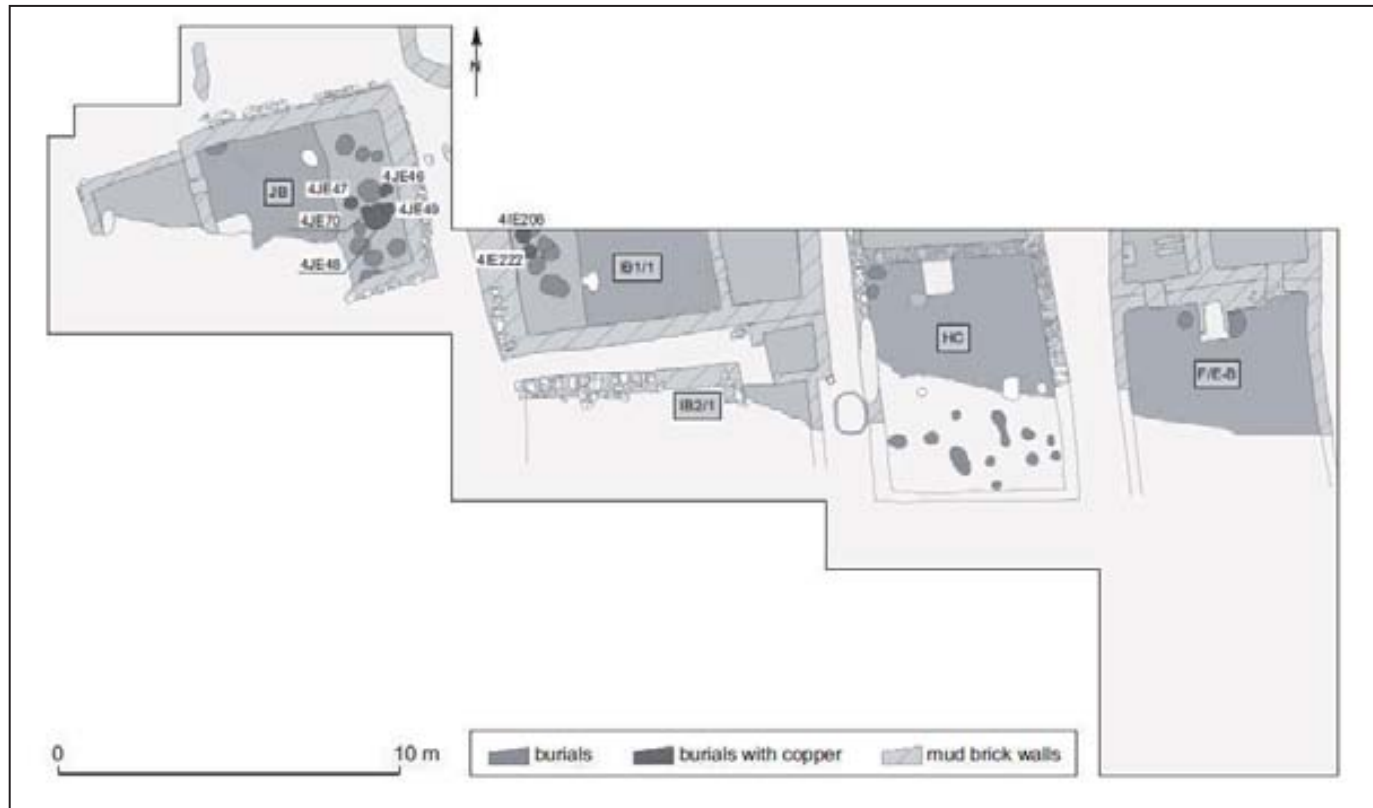


Fig.1.4.9. Fase de Ocupación 12 en el sector 4. Distribución de las casas en paralelo (Molist *et al.* 2009)



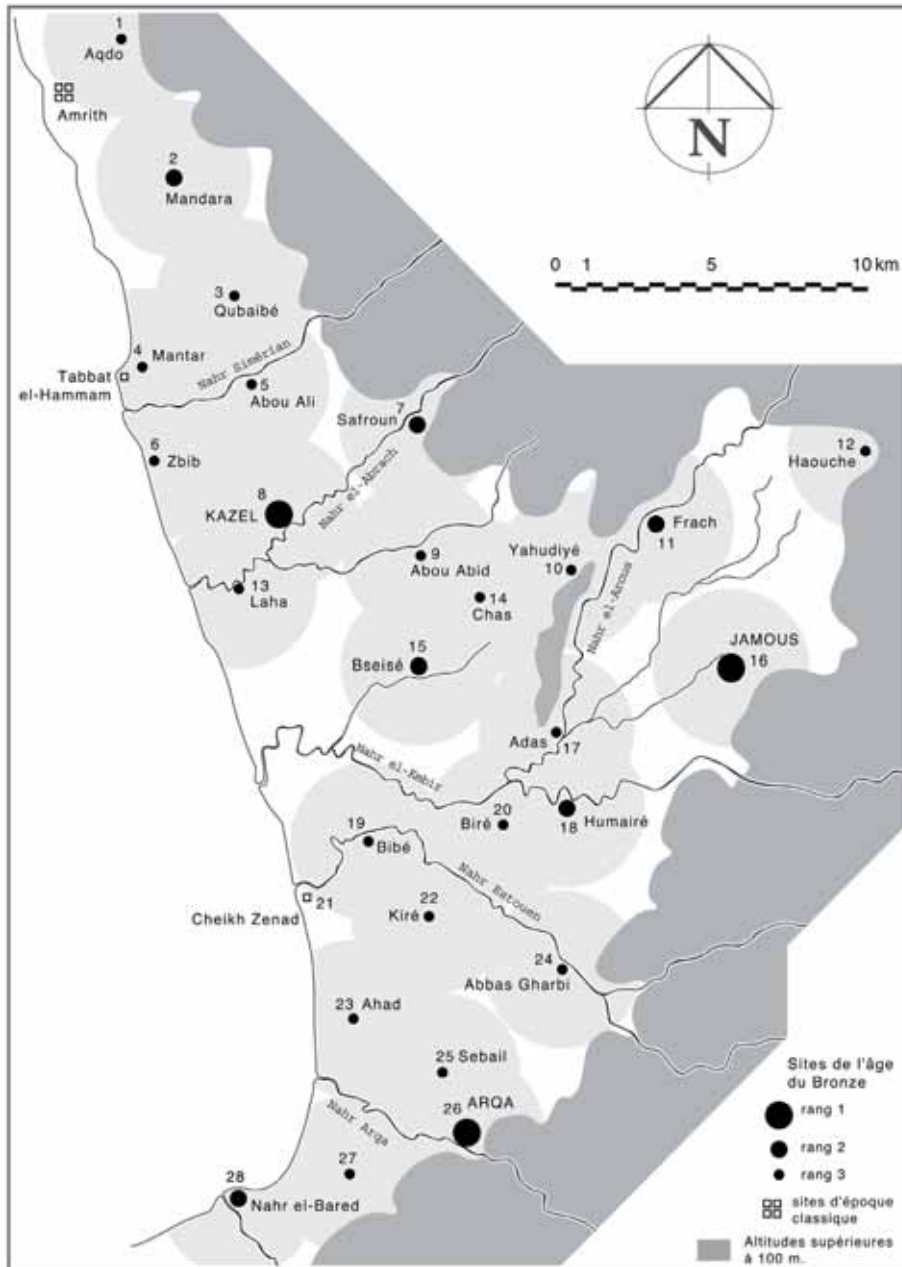


Fig.1.4.10 Asentamientos de la Edad del Bronce en la llanura del Akkar (Thalman 2007).

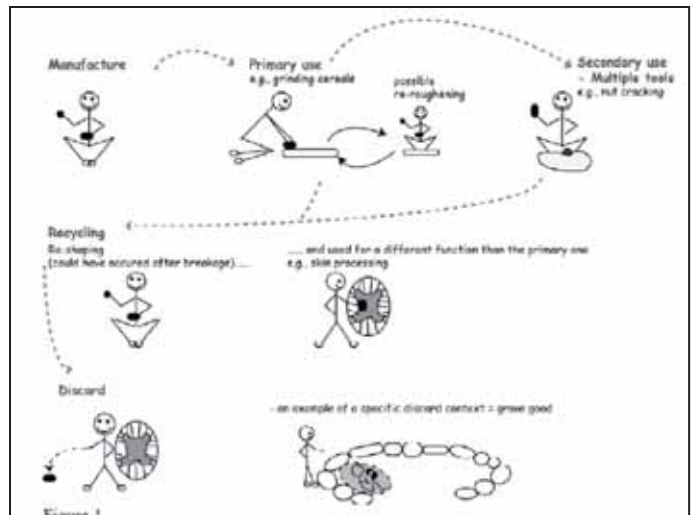



Fig. 2.1.1. Esquema de la vida de uso de un artefacto de molienda (Dubreuil & Grosnan 2014).

<p>1.Homogenous surface-smooth</p>		<p>JF99.B19.7</p>
<p>2.Homogenous surface-rough, or pecking used</p>		<p>JF97.A5.TL.4</p>

<p><b>3.High pecking</b></p>	 <p>JF95.ZZ23.18</p>	
<p><b>4.Homogenous platform over pecking</b></p>	 <p>JF96.G23.1</p>	
<p><b>5.Polish</b></p>	 <p>JF63-97-O51</p>	





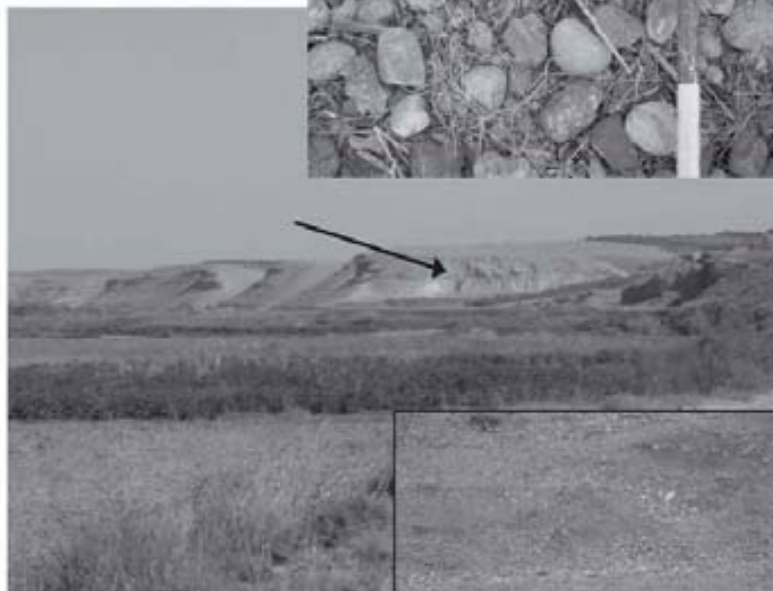
<p>6. Linear traces. Width: (a) striation &lt;0,5mm; (b) scratch &gt;0,5mm</p>	
<p>7. Grain abrasion</p>	 <p style="text-align: center;">JF154-97-E95</p>
<p>8. Extraction negatives</p>	 <p style="text-align: center;">JF95.E90.1</p>
<p>9. Incisions</p>	 <p style="text-align: center;">JF48-97-E80</p>

Fig.2.5.1. Ejemplos de topografías arqueológicas (Nivel de Observación 1).

## 2. Jada Kebira



## 7. Terraza Jarablus



Fig.3.1.1. Imágenes de las prospecciones de campo en el wadi Jada Kebira (nº2) y en las terrazas de la zona de Jarablus (nº7), donde se hallaron soportes de pequeños tamaño en basalto (ver descripción en fig.III.1.17).

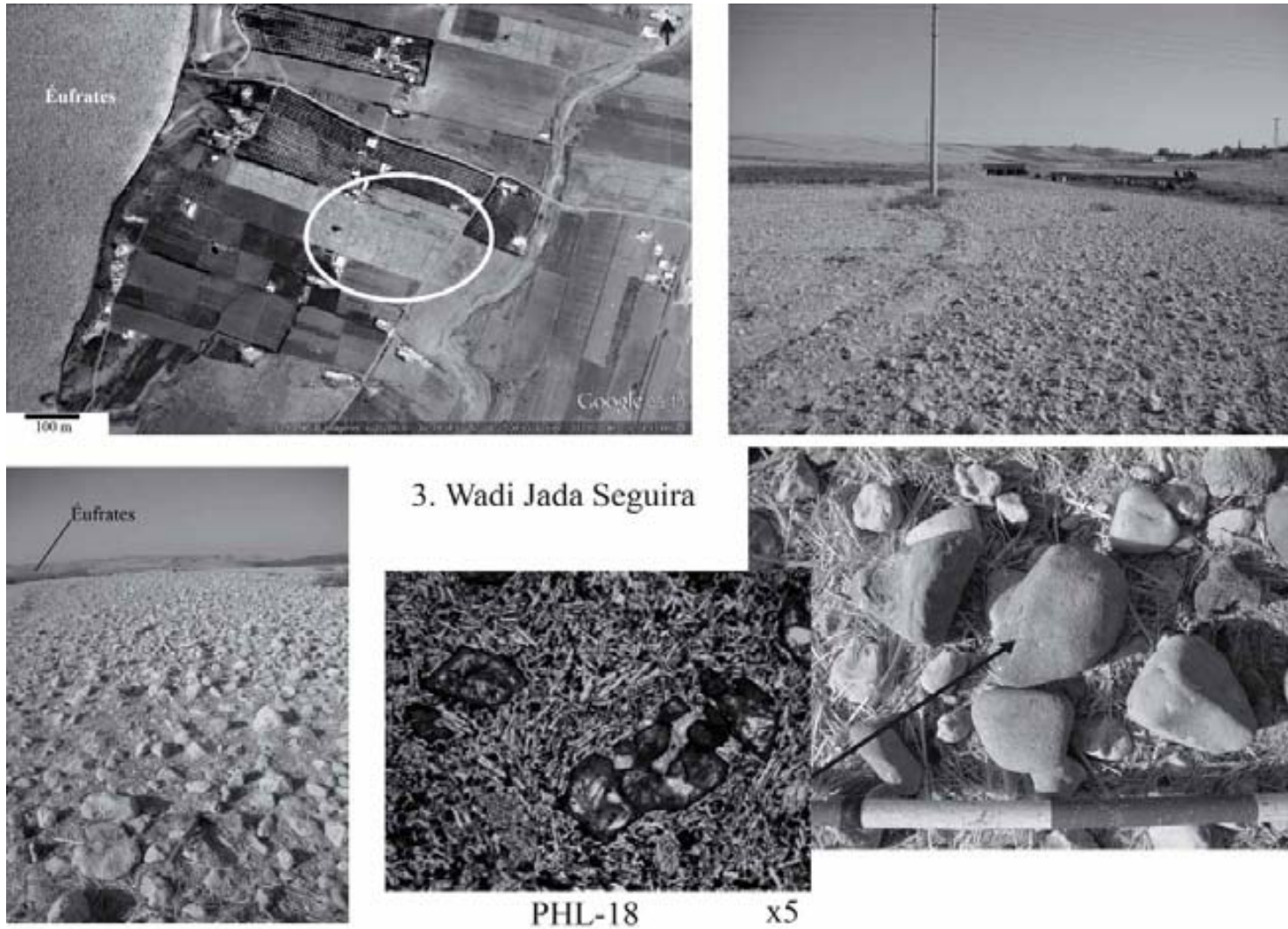


Fig.3.1.2. Imágenes de las prospecciones de campo en el wadi Jada Seguiria (nº3), donde se hallaron soportes de pequeños tamaño en basalto (ver descripción en fig.III.1.17). Imagen de la lámina delgada correspondiente a la muestra PHL-18.

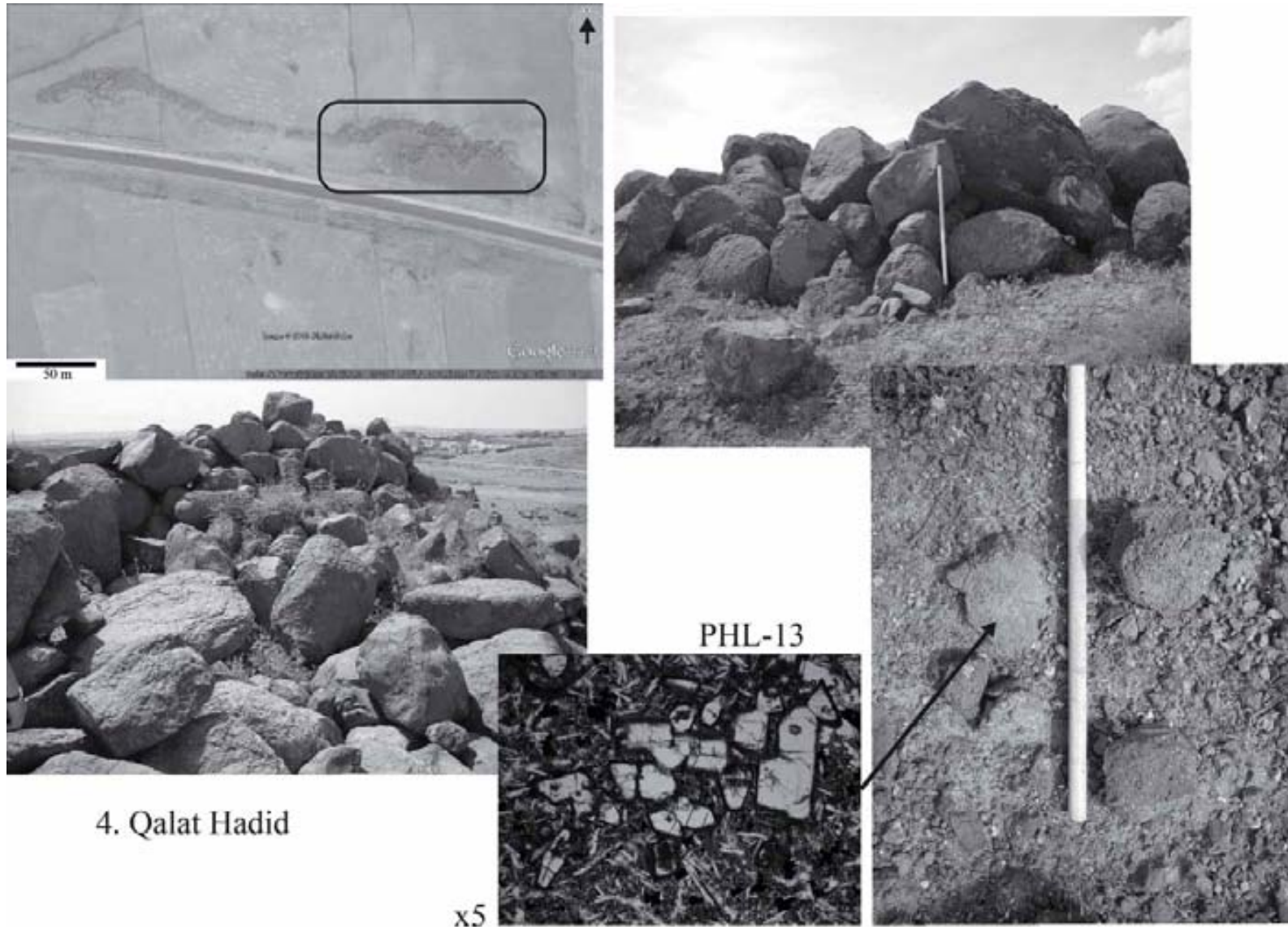


Fig.3.1.3. Imágenes de las prospecciones de campo en el afloramiento primario de Qalat Hadid (nº4), donde se hallaron soportes de todos los tamaños y texturas de basalto (ver descripción en fig.III.1.17). Imagen de la lámina delgada correspondiente a la muestra PHL-13.

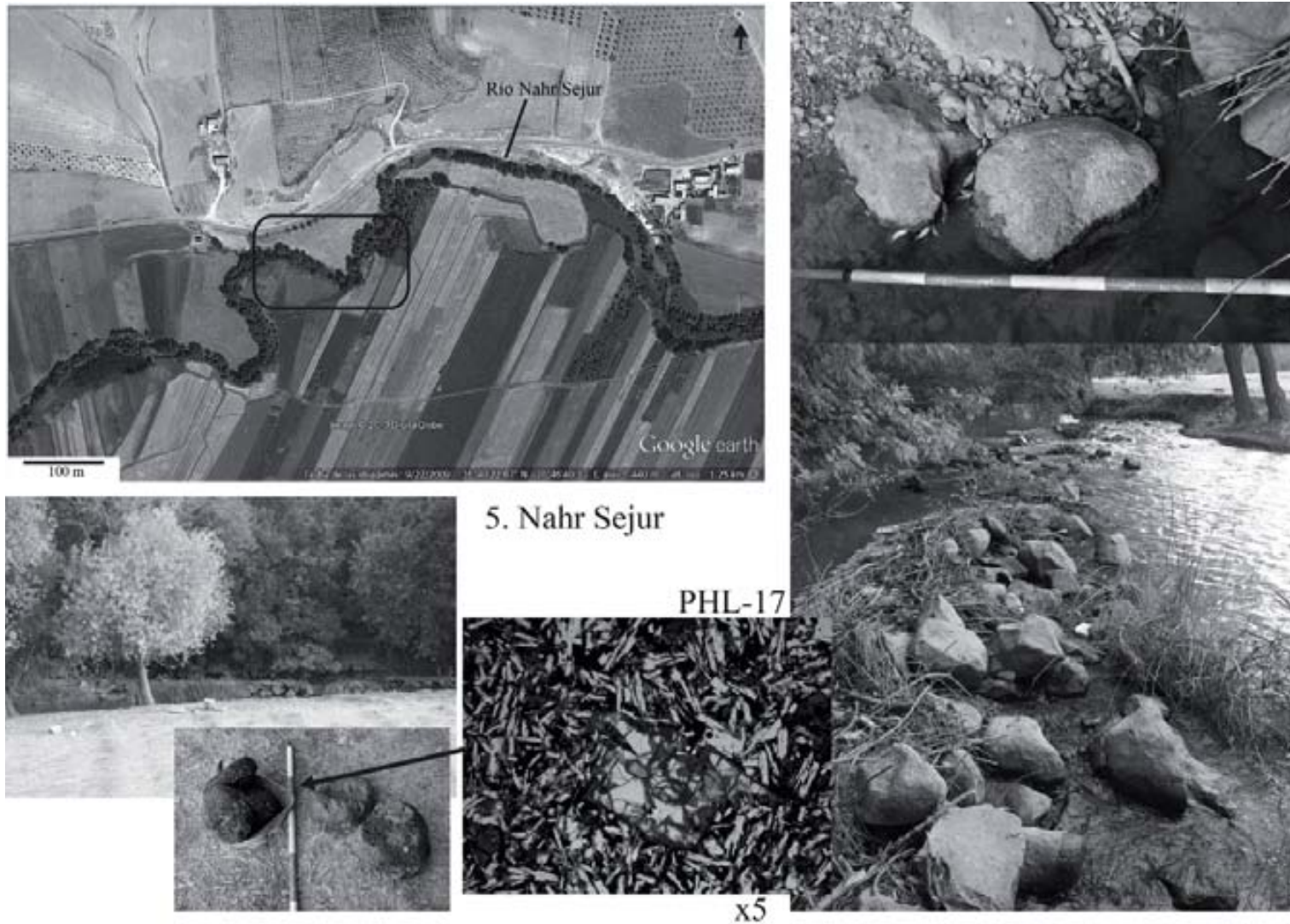


Fig.3.1.4. Imágenes de las prospecciones de campo en el río Nahr Sejur (n°5), donde se hallaron soportes de todos los tamaños y texturas de basalto (ver descripción en fig.III.1.17). Imagen de la lámina delgada correspondiente a la muestra PHL-17.



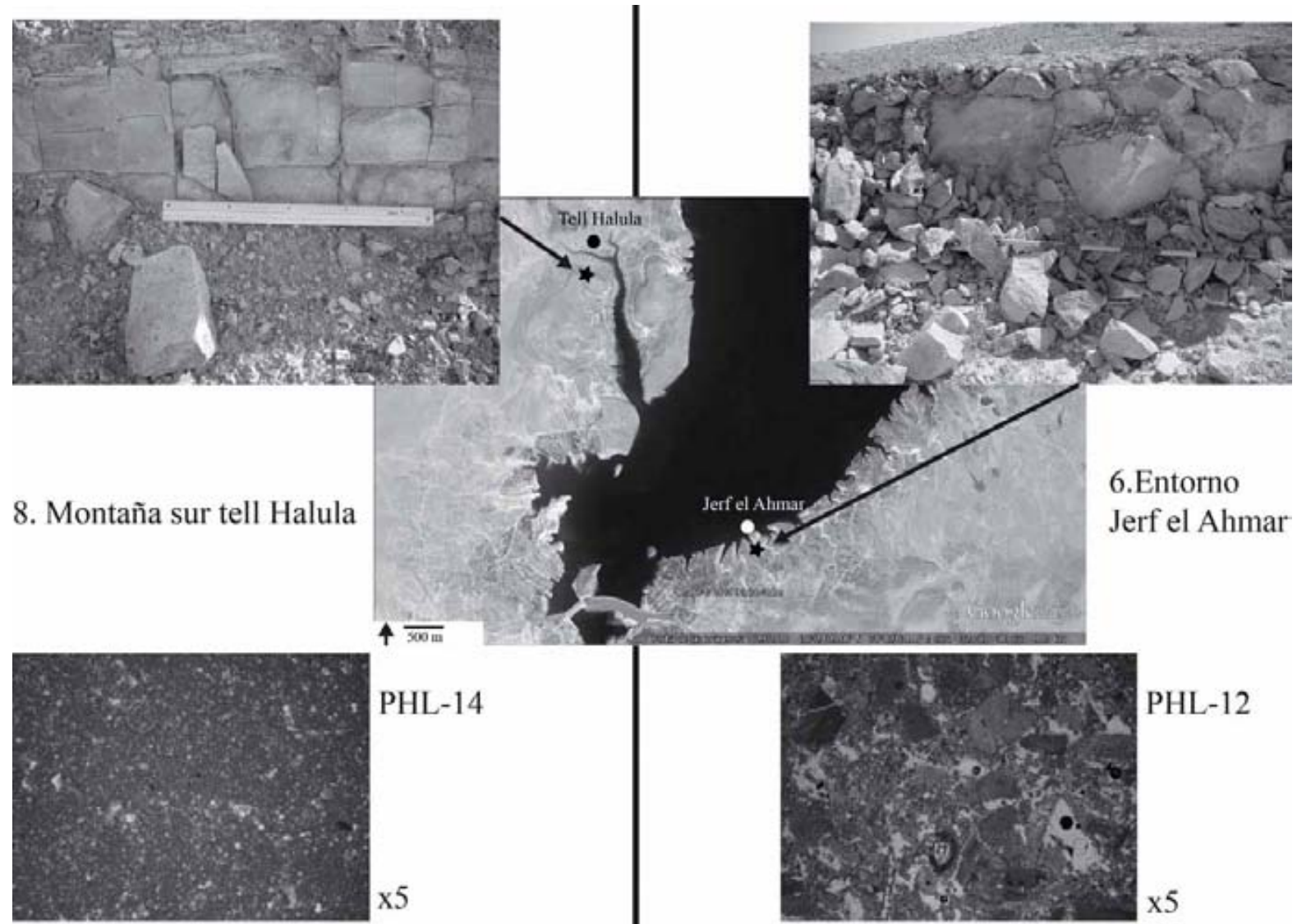


Fig.3.1.5. Imágenes de las prospecciones de campo en la montaña al sur de Halula (nº8) y de Jerf el Ahmar (nº6), donde se hallaron soportes de todos los tamaños y varios tipos de calizas (ver descripción en fig.III.1.17). Imágenes de las lámina delgadas correspondientes a las muestras PHL-14-PHL12.

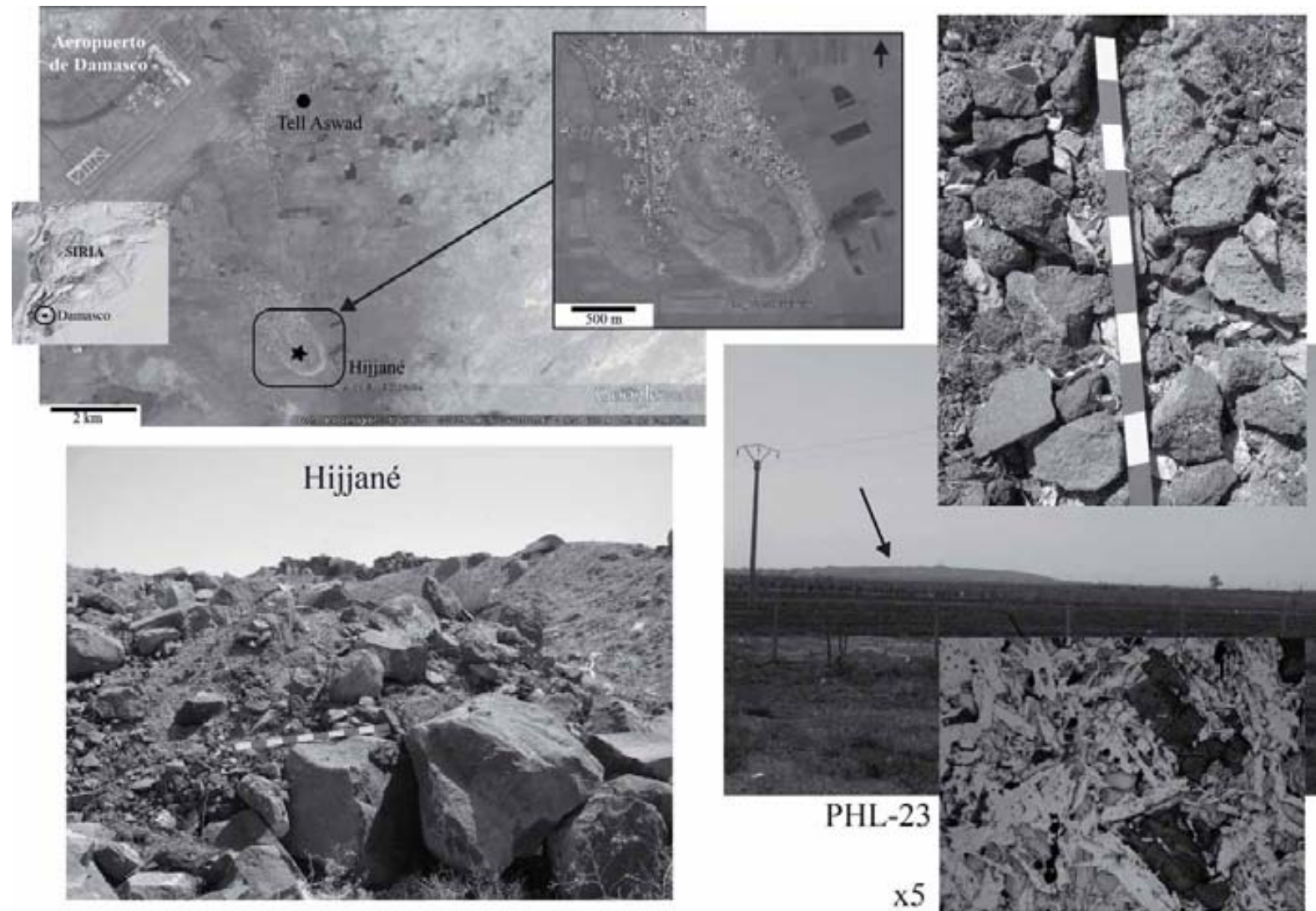


Fig.3.1.6. Imágenes de las prospecciones de campo en el afloramiento primario de Hijjané (Oasis de Damasco), donde se hallaron soportes de todos los tamaños y texturas de basalto (ver descripción en el texto). Imagen de la lámina delgada correspondiente a la muestra PHL23.

### Deir Jannine (norte Líbano)

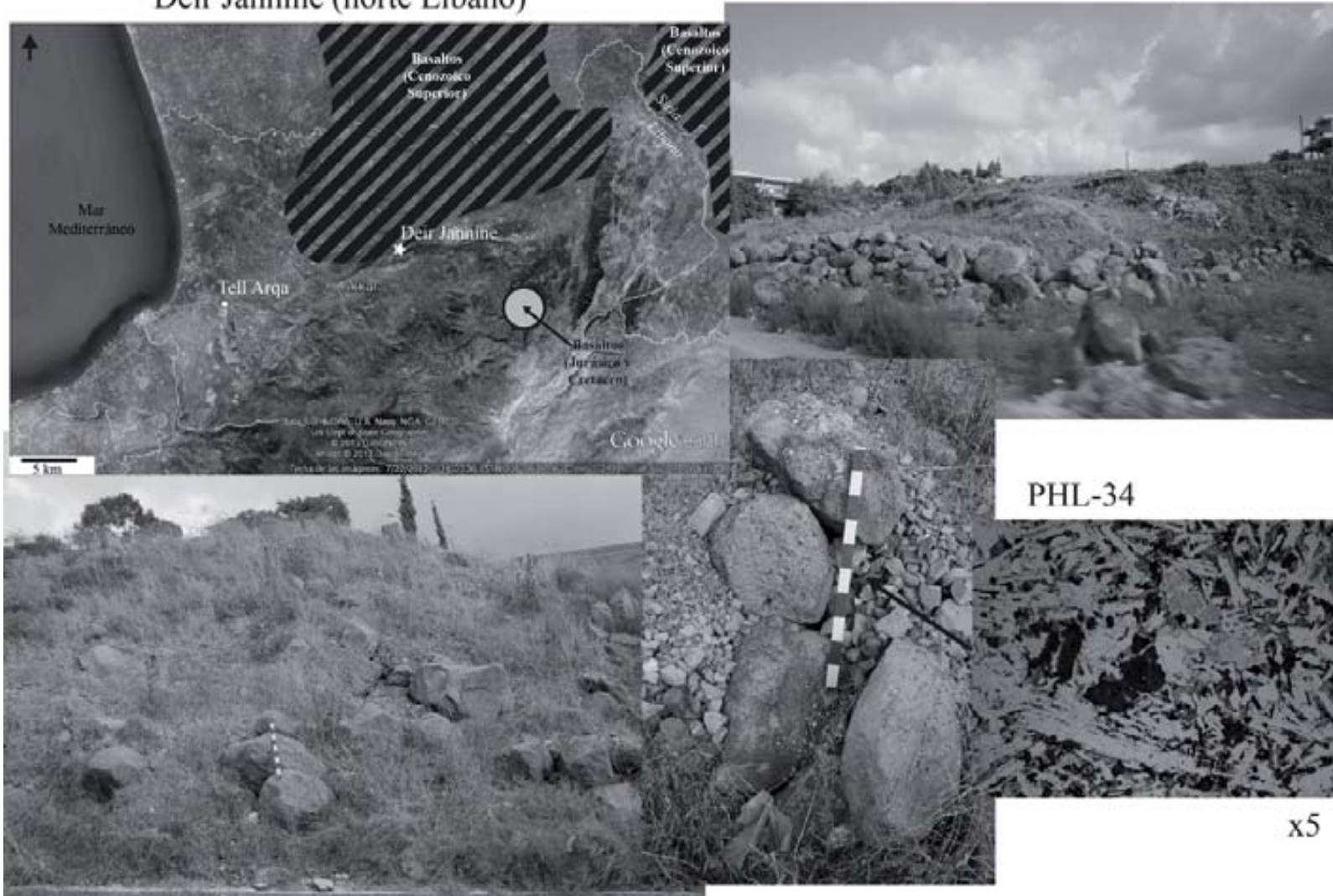


Fig.3.1.7. Imágenes de las prospecciones de campo en el afloramiento primario de Deir Janine (Valle del Akkar, Líbano), donde se hallaron soportes de todos los tamaños y texturas de basalto (ver descripción en el texto). Imagen de la lámina delgada correspondiente a la muestra PHL-34.

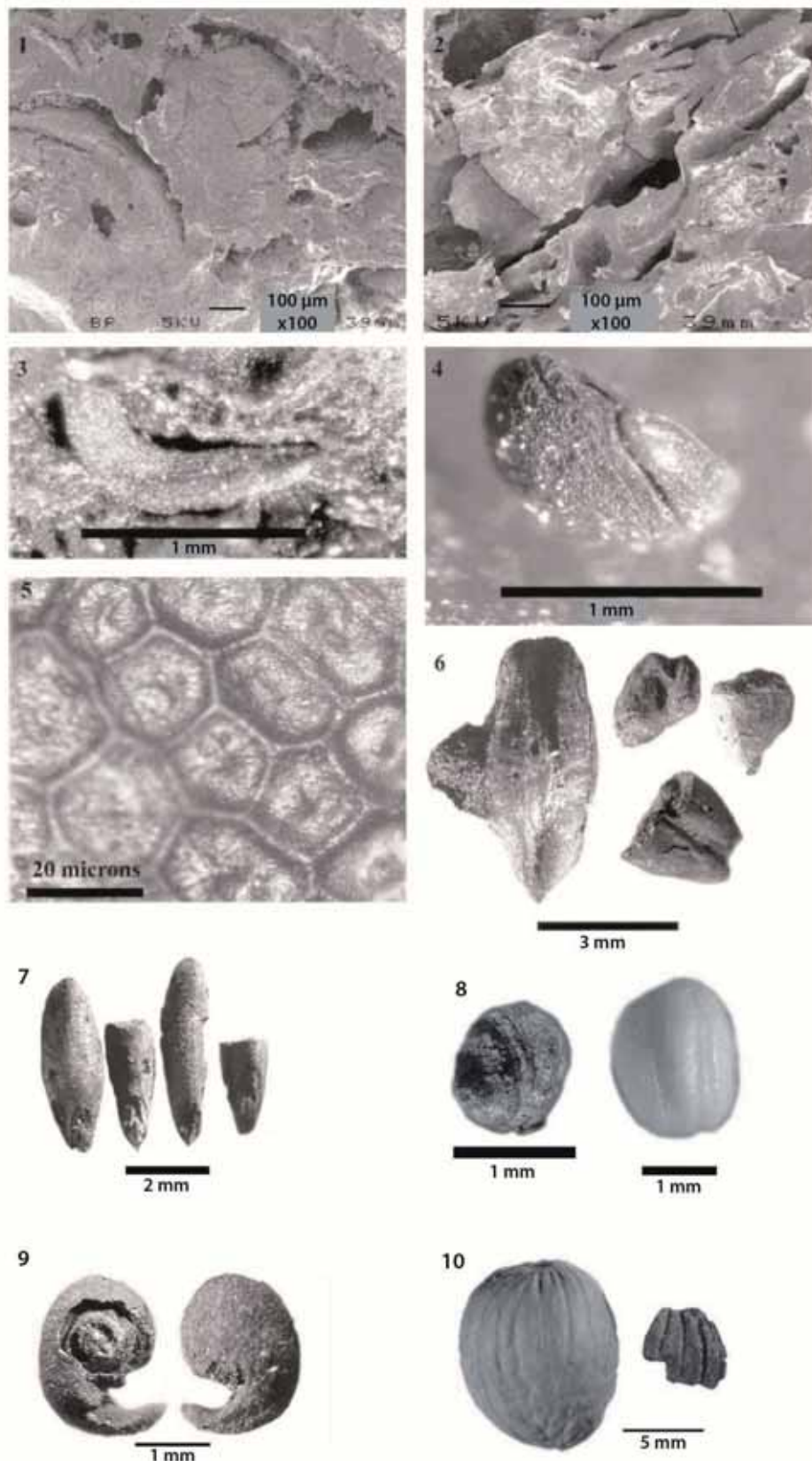


Fig. 3.2.1. Restos paleobotánicos documentados en Jerf el Ahmar. 1-2) Imágenes SEM de la “galleta de semillas” mostrando fragmentos de testa; 3) Imagen microscopio óptico de una radícula (parte del embrión de las plantas), observadas en abundancia en la fractura de la “galleta”; 4) Semilla fragmentada de *Cruciferae*; 5) Detalle del patrón reticular que forman los fragmentos de testa en la “galleta de semillas”; 6) Granos carbonizados de cebada (en la parte izquierda y parte superior, grano completo y fragmentos de grano con evidencias de haber sido fracturados con anterioridad a la carbonización, y en la parte inferior, grano fracturado con posterioridad a la combustión); 7) Granos de *Secale* sp. Jerf el Ahmar; 8) Izquierda, semilla de *Brassica* sp. Jerf el Ahmar, y derecha, ejemplar actual sin testa; 9) Semilla *Capparis* sp. Jerf el Ahmar; 10) Izquierda, ejemplar moderno de *Amygdalus webbii*, y derecha, fragmento homólogo encontrado en Jerf el Ahmar. Imágenes 1-6 extraídas de Willcox (2002, Fig.4), e imágenes 7-10 procedentes de <http://g.willcox.pagesperso-orange.fr>.

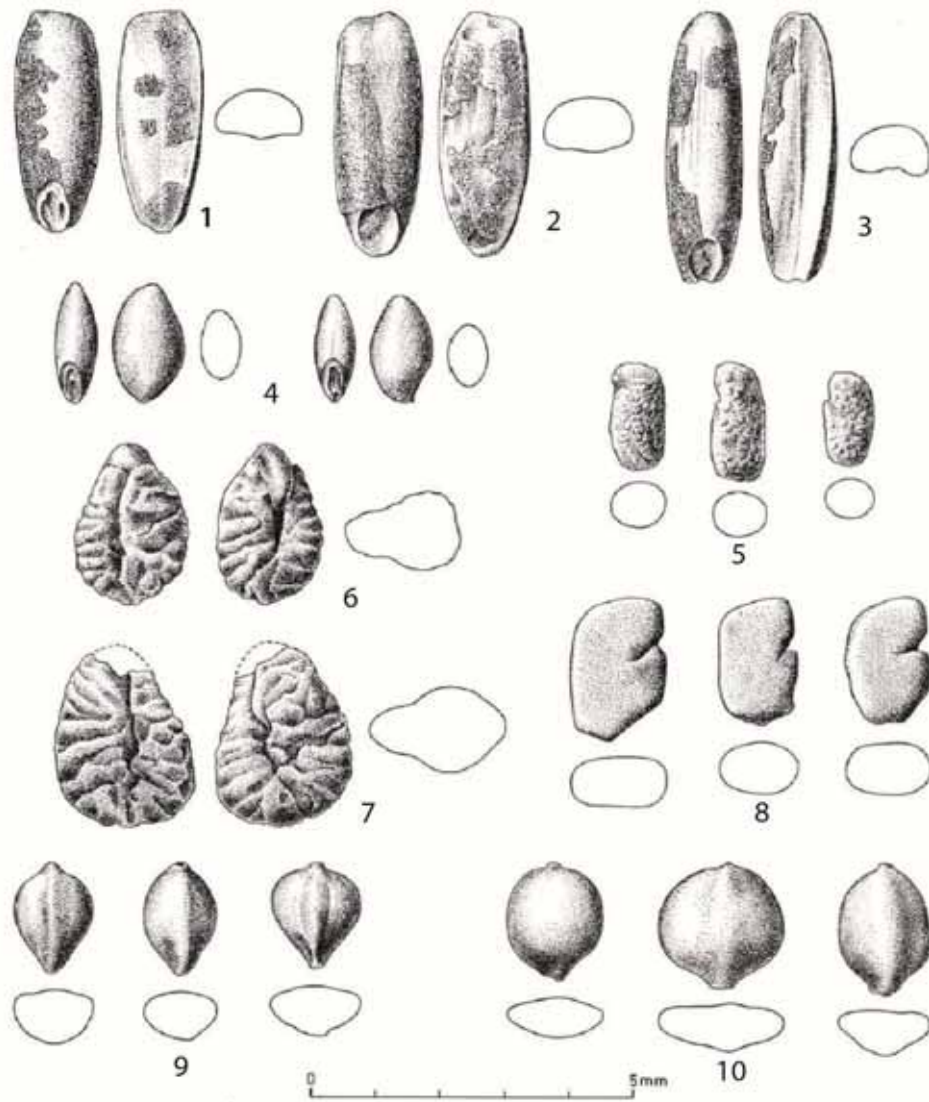


Fig. 3.2.2. Restos carpológicos de tell Aswad (Van Zeist & Bakkers 1979).

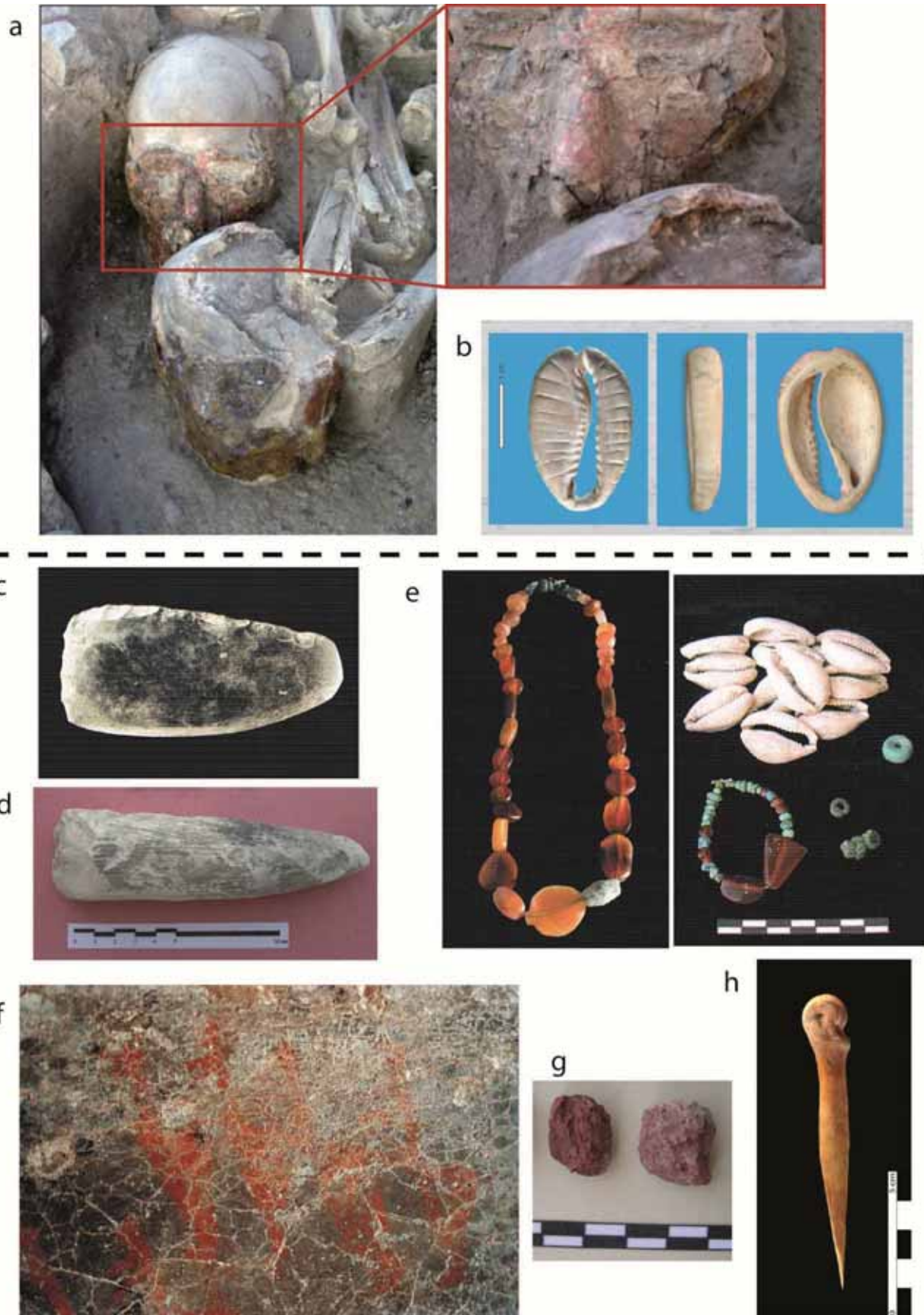


Fig.3.2.3. Evidencias de materiales susceptibles de ser procesados con utillaje de molienda y trituración.

Tell Aswad: a) Cráneos modelados en las sepulturas y detalle de la pintura utilizada (Stordeur et al. 2010); b) Ornamentos sobre concha especie *Cypraea* (Alarashi 2010, fig.2a).

Tell Halula: c-d-e y h) Hacha pulimentada (2GA14), útil sobre caliza (4HE1313), ornamentos sobre cornalina, turquesa y *Cypraea*, y punzón de hueso (Molist et al.2008); f) Pintura mural en la casa F/EC (Molist et al. 2008); g) Fragmentos de ocre encontrados en la sepultura 4DE131 (SAPPO, Ortíz en prep.)

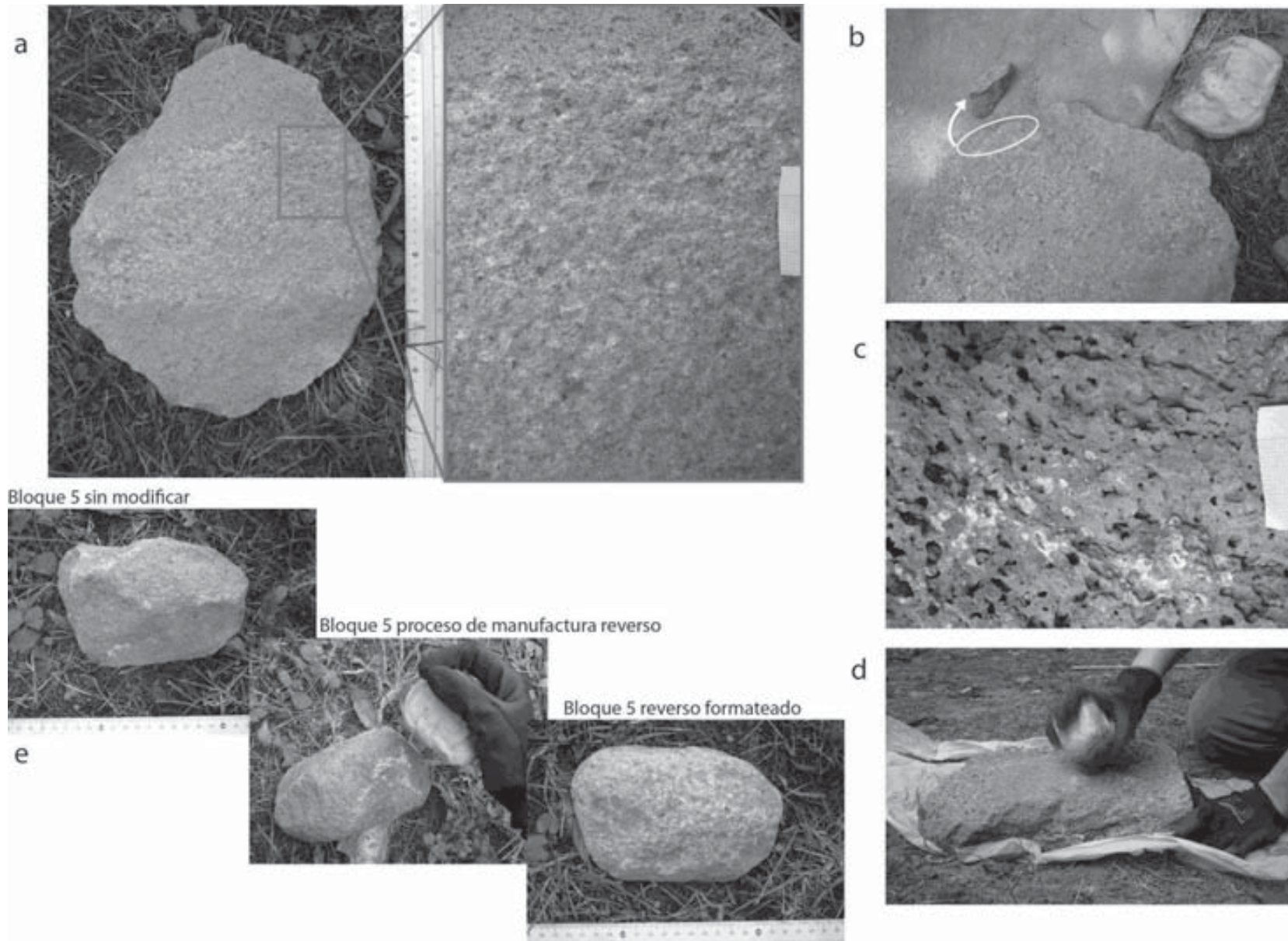


Fig.3.2.4. Imágenes de la exp.1 Manufactura útiles de molienda. a) Proceso de piqueteado inicial cara activa molino 3 y detalle de las fosillas de impacto de la percusión lanzada; b) Extracción accidental durante la manufactura del molino 3; c-d) Superficie original y proceso de piqueteado inicial molino 2; e) Formatización del reverso de la moleta 5 mediante piqueteado.

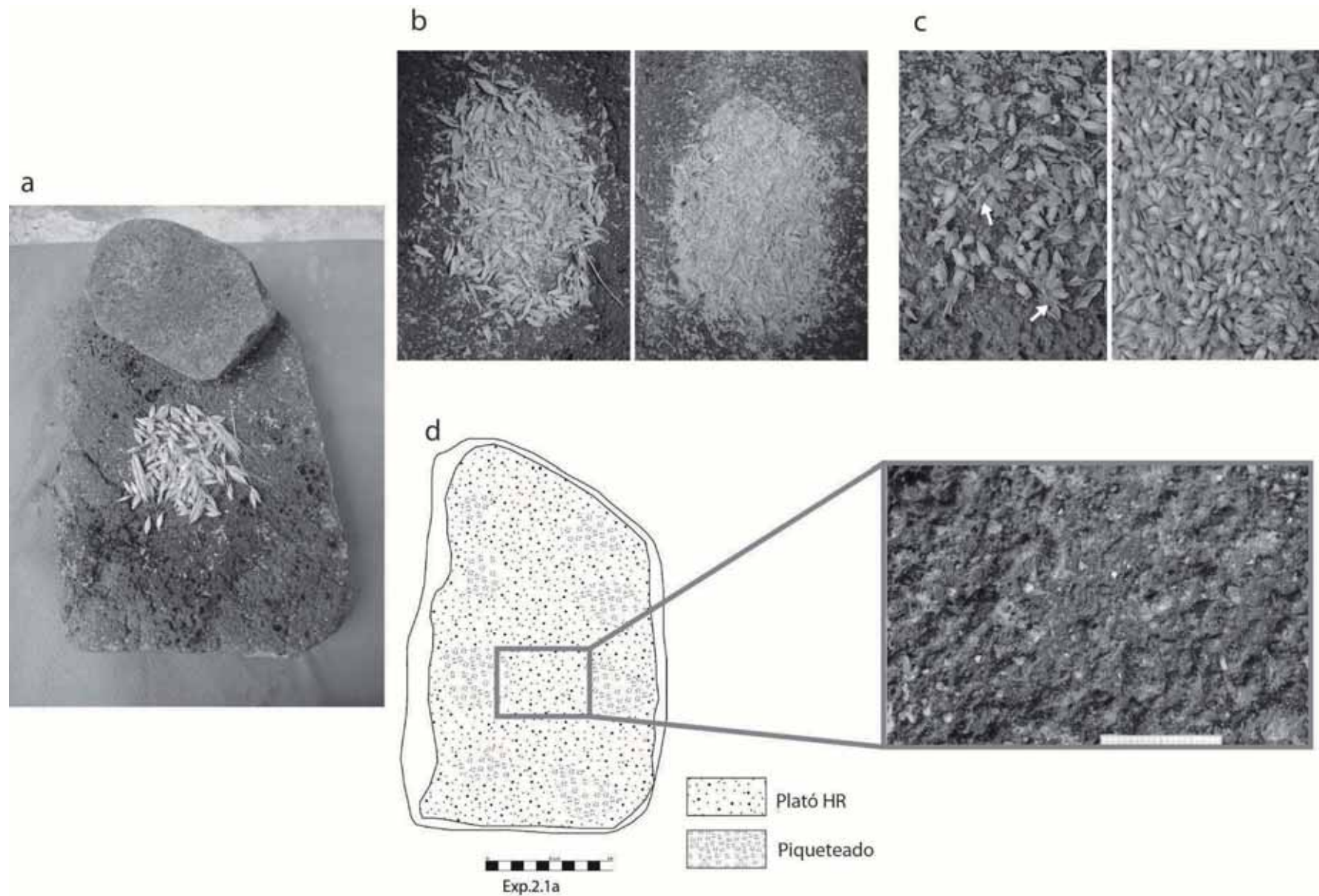


Fig. 3.2.5. Imágenes exp. 2.1 Descascarillado cereal vestido. a) Equipo molino2/moleta4 al inicio de la secuencia del procesado de *H. vulgare*; b) Descascarillado de *T. monococcum*; c) Descascarillado de *H. vulgare*, donde se observa la separación de las envolturas enteras señaladas con una flecha blanca; d) Distribución de las trazas de uso sobre la superficie activa del molino2 (tras 5h de descascarillado)(Plató HR= Homogeneización rugosa), y detalle del plató central del molino2 (SLR macro 60mm).



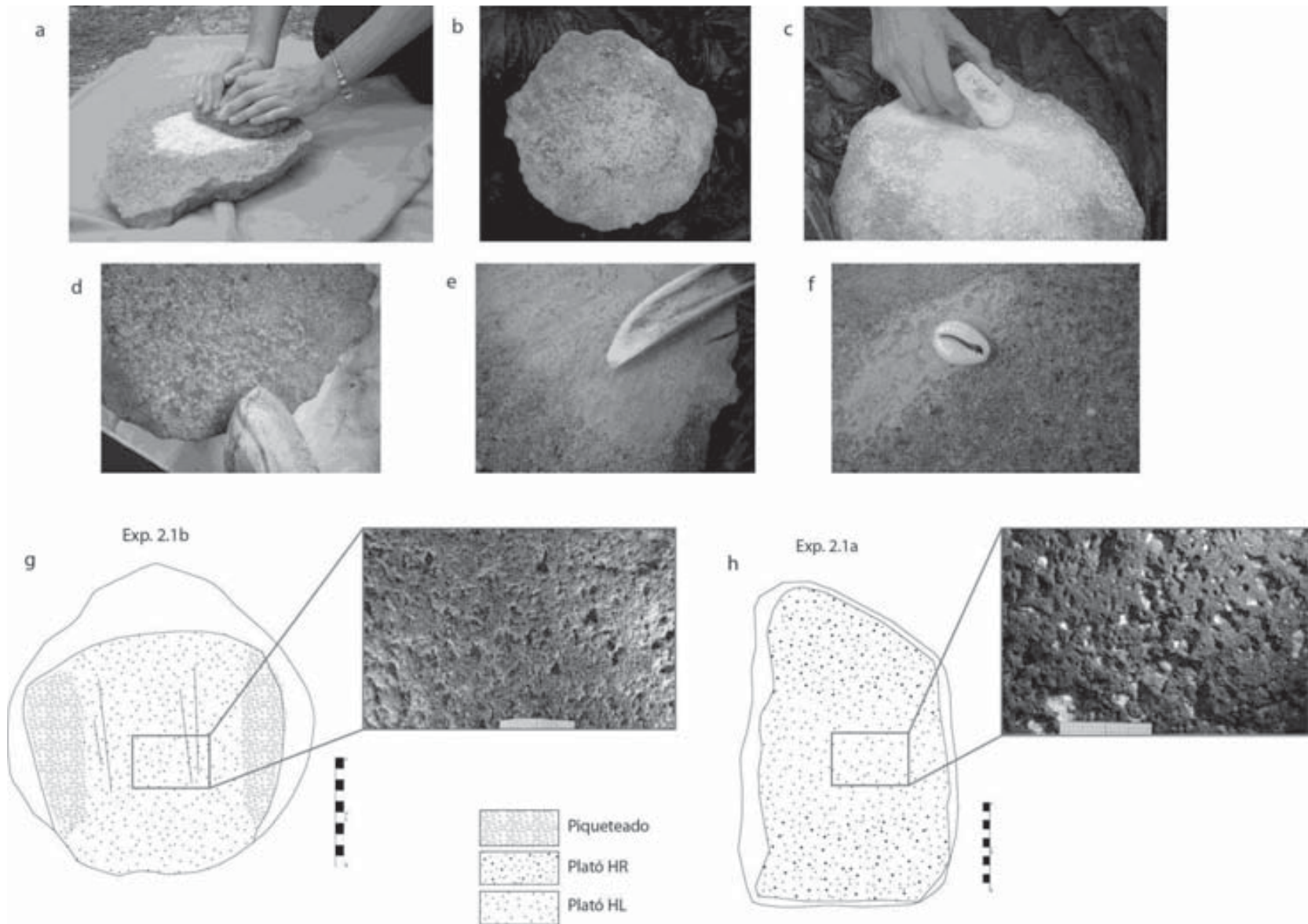


Fig. 3.2.6. Imágenes de las diversas experimentaciones sobre el molino 3. a) Molienda de *T. aestivum*; b) Molienda de *Lens culinaris*; c) Abrasión caliza blanda; d) Abrasión madera; e) Abrasión hueso; f) Abrasión concha *Cypraea*.  
 g-h) Distribución de las trazas de uso sobre las superficies activas del molino 3 y el molino 2 tras la molienda de *T. aestivum* (5h) (Plató HR= Homogeneización rugosa, HL= Homogeneización lisa), y detalle del plató central de ambas superficies (SLR macro 60mm).

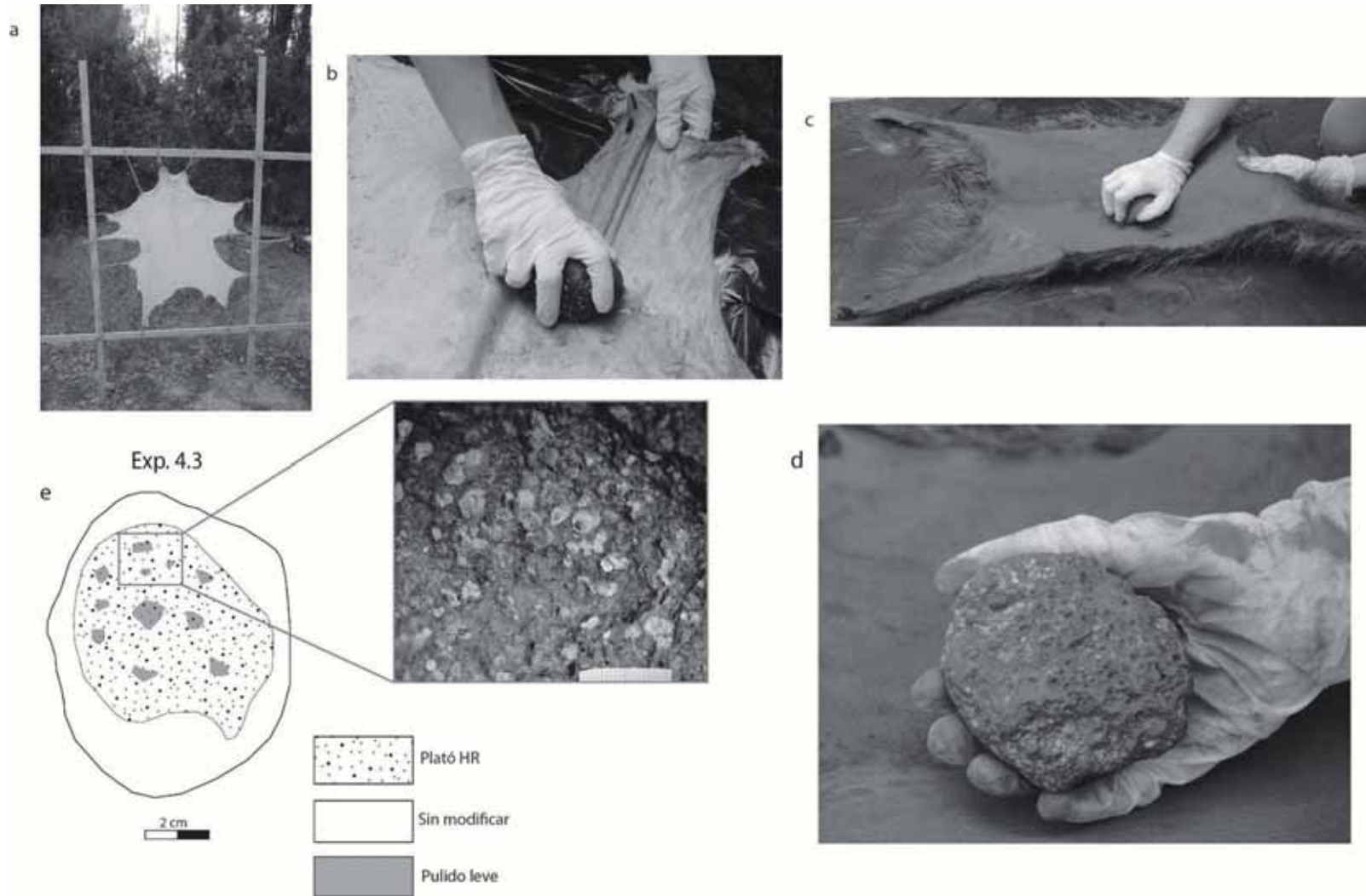


Fig.3.2.7. Imágenes de la exp.4.3. Procesado de pieles animales con el útil 6. a) Secado de la piel de cabrito; b) Flexibilización de la piel de cabrito con cenizas; c) Flexibilización de la piel de jabalí con ocre; d) detalle de los residuos de grasa y ocre sobre la superficie activa; e) Distribución de las trazas de uso sobre la cara activa (Plató HR= Homogeneización rugosa) y detalle de la superficie (SLR macro 60mm).

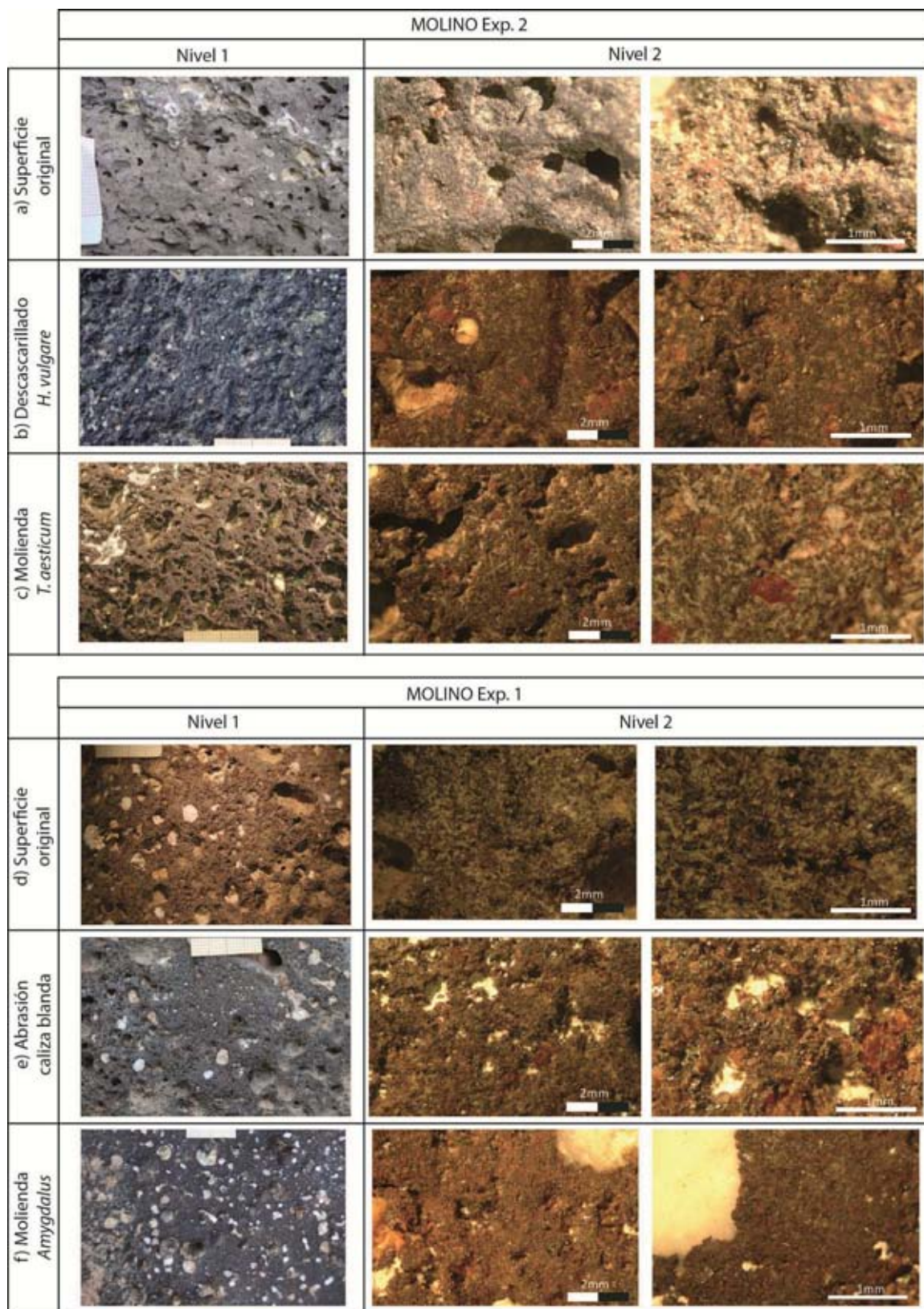


Fig.3.2.8. Superficies experimentales sobre los molinos 2 y 1. Nivel 1 de observación (SLC con objetivo macro 60mm), y nivel 2 de observación (lupa binocular a 25x y a 50x).

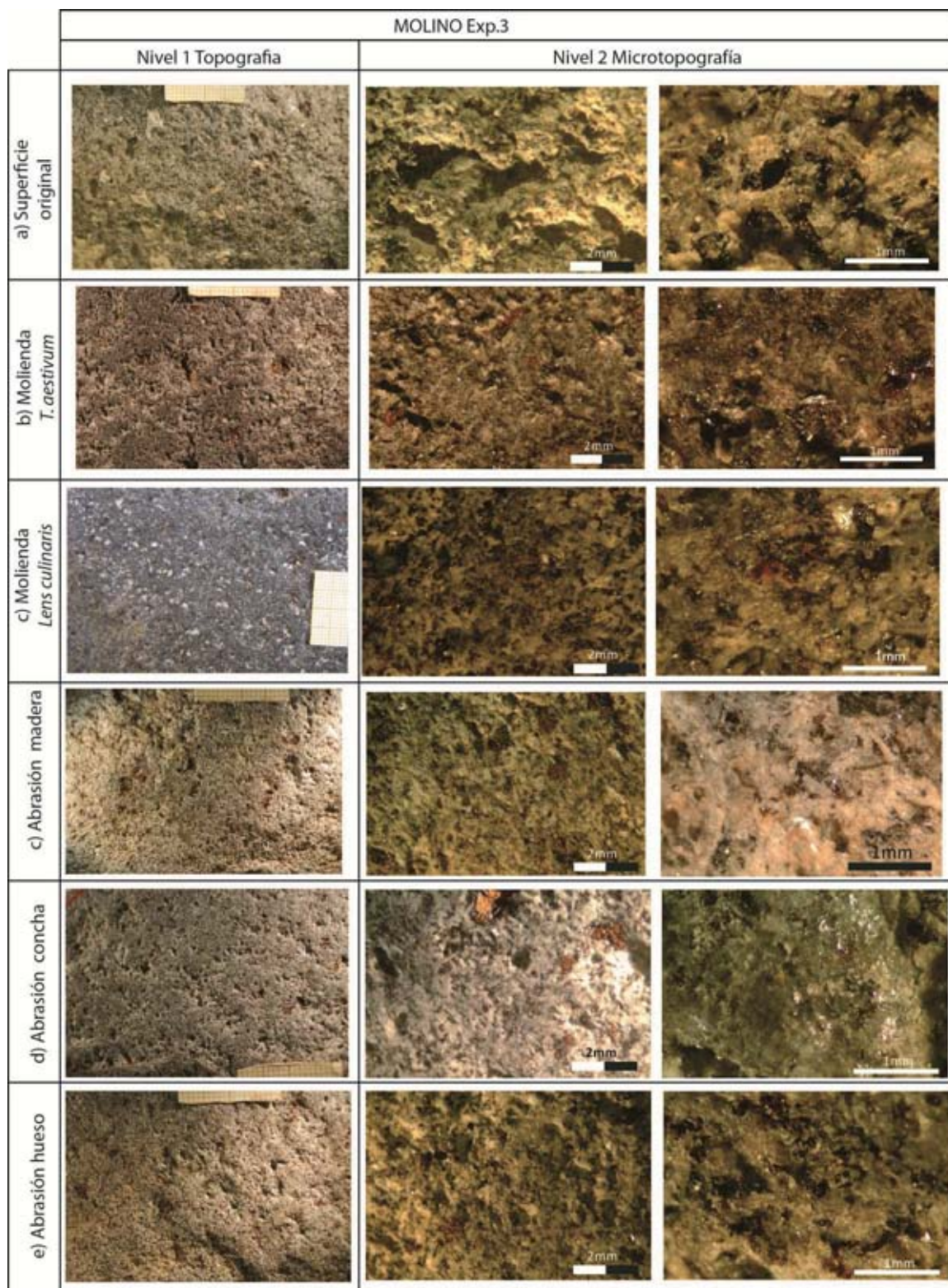


Fig.3.2.9. Superficies experimentales sobre el molinos 3. Nivel 1 de observación (SLC con objetivo macro 60mm), y nivel 2 de observación (lupa binocular a 25x y a 50x).

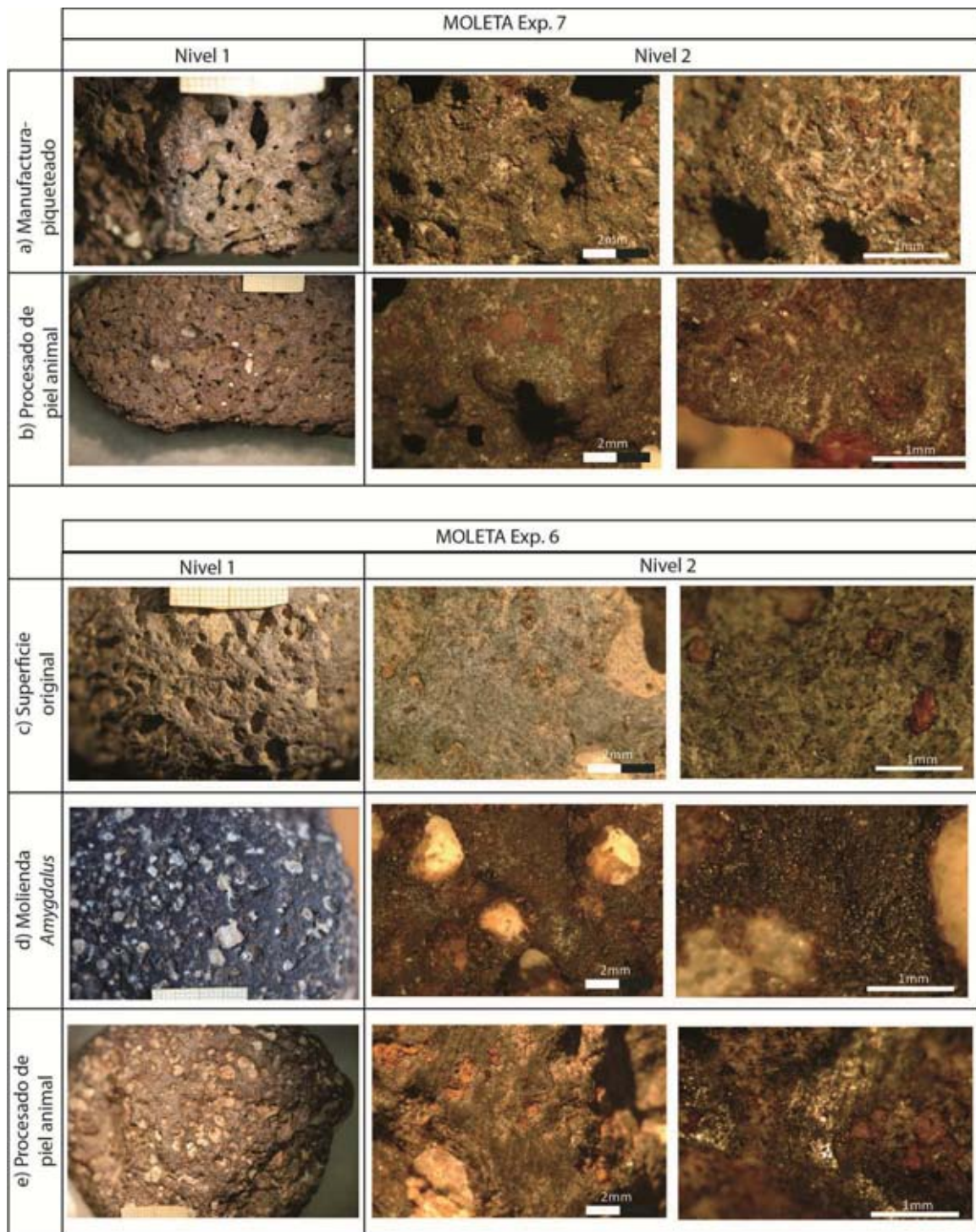


Fig.3.2.10. Superficies experimentales sobre las moletas 7 y 6. Nivel 1 de observación (SLC con objetivo macro de 60mm), y nivel 2 de observación (lupa binocular a 25x y a 50x).

MATERIA PRIMA JERF EL AHMAR																	
MATERIA PRIMERA			CATEGORÍAS ÚTILES														
Tipo		Clasificación	Molinos		Moletas		Morteros		Pilones		Útil Molienda Indet		Otros		Total		Total tipo de roca
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	%
Rocas ígneas	Volcánicas	BAC	7	4,2	28	13,5	1	10	15	48,4	0	—	1		52	13	51,3
		BAV (V1)	2	1,2	2	1,0	0	—	2	6,5	0	—	0	—	6	1,4	
	Intrusivas	Granito	0	—	49	23,6	0	—	1	3,2	0	—	0	—	50	12	
		Pórfido	0	—	56	26,9	0	—	5	16,1	0	—	1		62	14,9	
		Pegmatita	0	—	7	3,4	0	—	0	—	0	—	0	—	7	1,7	
		Intrusiva indet.	0	—	33	15,9	0	—	2	6,5	1	50	0	—	36	8,7	
Rocas sedimentarias	No detríticas	Caliza Mudstone	24	14,4	0	—	1	10	0	—	0	—	0	—	25	6	40,2
		Caliza Packstone	83	49,7	0	—	4	40	1	3,2	0	—	0	—	88	21	
		Caliza creta	3	1,8	0	—	1	10	0	—	0	—	1		5	1,2	
		Caliza indet	42	25,1	0	—	3	30	0	—	0	—	0	—	45	10,8	
	Detríticas	Conglomerado	0	—	2	1,0	0	—	1	3,2	0	—	0	—	3	0,7	
		Brechas	2	1,2	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	2	0,5	
Rocas metamórficas	Mármol	0	—	4	1,9	0	—	0	—	1	50	0	—	5	1,2	5,3	
	Cuarcita	0	—	15	7,2	0	—	3	9,7	0	—	0	—	18	4,3		
Varia	Indet	0	—	12	5,8	0	—	2	6,5	0	—	1	100	15	3,6	3,1	
		Total	163		208		10		32		2		4		419		

Fig. 3.3.1. Distribución absoluta y porcentual de la materia prima de los útiles de molienda y trituración según categoría de útil.

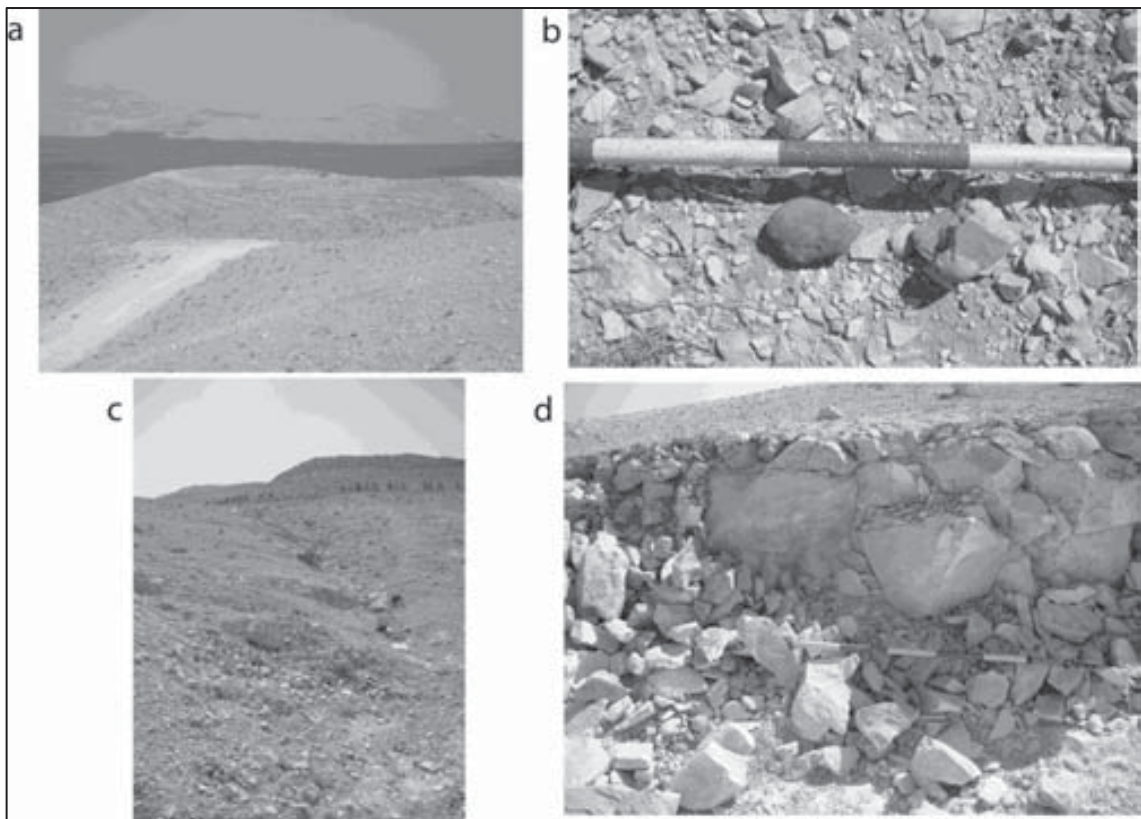


Fig. 3.3.2. Entorno actual del yacimiento de Jerf el Ahmar, Valle Medio del río Éufrates (a). Depósitos residuales de cantos fluviales de basalto compacto y cuarcita (b). Erosión de la montaña calcárea (c). Afloramiento de roca caliza tipo creta (d).

MATERIA PRIMA	TIPOS MOLINOS JERF EL AHMAR									
	1a		1b		1c		1d		Indet	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
BAC	3	4,3			1	3,4			3	7
BAV									2	4,7
Caliza Mudstone	14	20,3			6	20,7	1	5,9	3	7
Caliza Packstone	36	52,2	5	71,4	15	51,7	13	76,5	15	34,9
Caliza creta	1	1,4	1	14,3					1	2,3
Caliza indet	15	21,7			6	20,7	2	11,8	18	41,9
Brechas			1	14,3	1	3,4				
<i>Total</i>	69		7		29		16		42	

Fig. 3.3.3. Distribución absoluta y porcentual de la materia prima de los molinos de Jerf el Ahmar según tipo de molino.

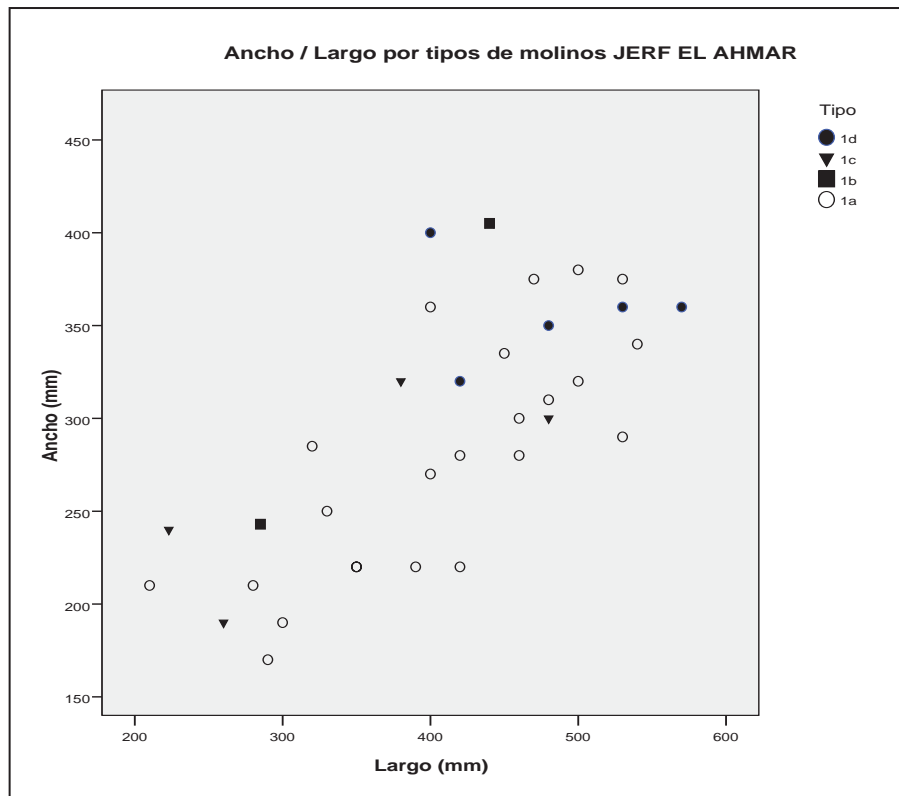


Fig. 3.3.4. Relación Ancho-Largo (mm) por tipo de molino en el conjunto de Jerf el Ahmar. Únicamente se han contabilizado los ítems enteros o casi enteros.

	TIPOLOGÍA MOLINOS JERF EL AHMAR			
	Grupo 1			
	Tipo 1a N=69	Tipo 1b N=7	Tipo 1c N=29	1d Tipo N=16
<b>Número</b>	N=69	N=7	N=29	Tipo N=16
<b>Materia prima</b>	- Materia prima dominante es la caliza ( <i>packstone</i> 52,2%, <i>mudstone</i> 20,3%, creta 1,4%). Presencia minoritaria de basalto compacto (4,3%).	- Materia prima dominante es la caliza ( <i>packstone</i> 71,4%, creta 14,3%). Presencia minoritaria de brecha (14,3%).	- Materia prima dominante es la caliza ( <i>packstone</i> 51,7%, <i>mudstone</i> 20,7%). Presencia minoritaria de basalto compacto (3,4%) y brecha (3,4%).	- Materia prima dominante es la caliza ( <i>packstone</i> 76,5%, <i>mudstone</i> 5,9%).
<b>Tecnología de fabricación</b>	- Inversión alta en la manufactura: Grado 1 (31,9%), 2 (43,5%) y 3 (23,2%) de modificación del contorno de los ítems, y grados 0 (23,3%), 1 (40,5%), 2 (15,9%) y 3 (7,2) de preparación del reverso. - Preparación de la cara activa (piqueteado) en todos los casos.	- Notable inversión en la manufactura, sobre todo del contorno: Grado 1 (42,8%), 2 (42,9%) y 3 (14,3%) de modificación del contorno de los ítems, y grados 0 (42,9%), 1 (28,6%) y 2 (28,6%) de preparación del reverso. - Preparación de la cara activa (piqueteado) en todos los casos.	- Inversión variable en la manufactura, especialmente en el reverso: Grado 1 (27,6%), 2 (37,9%) y 3 (24,1%) de modificación del contorno de los ítems, y grados 0 (20,7%), 1 (37,8%), 2 (13,7%) y 3 (20,7) de preparación del reverso. - Preparación de la cara activa (piqueteado) en todos los casos.	- Notable inversión en la manufactura: Grado 1 (52,9%), 2 (17,6%) y 3 (29,4%) de modificación del contorno de los ítems, y grados 0 (5,9%), 1 (47,1%), 2 (29,4%) y 3 (17,6%) de preparación del reverso. - Preparación de la cara activa (piqueteado) en todos los casos.
<b>Variabilidad morfométrica y conservación</b>	- Alta variabilidad métrica: molinos de vaivén de pequeñas (largo 210 mm / ancho 170 mm) y grandes dimensiones (largo 530 mm / ancho 375 mm). Largo medio 407,8 mm, ancho medio 278,7 mm, grosor medio 129,4 mm, prof. transversal media 48,9 mm. - Morfologías en planta son	- Alta variabilidad métrica: molinos circulares de pequeñas (largo 260 / ancho 180 mm) y grandes dimensiones (largo 440 mm / ancho 405 mm). Largo medio 362,5 mm, ancho medio 324 mm, grosor medio 103,5 mm,	- Alta variabilidad métrica: molinos circulares de pequeñas (largo 223 / ancho 190 mm) y grandes dimensiones (largo 480 mm / ancho 320 mm). Largo medio 335,8 mm, ancho medio 262,5 mm, grosor medio 191 mm,	- Molinos de grandes dimensiones: largo máx. 570 mm/ min.400 mm, ancho máx.400 mm /min. 320 mm. Largo medio 480 mm, ancho medio 358 mm, grosor medio 165,5 mm, prof. transversal media 89,5 mm. - Morfologías en planta son



	<p>preferentemente elípticas u ovals (n=55), y rectangulares (n=7) formateadas durante el proceso de manufactura. Morfología de la sección cóncava en ambos ejes, excepto un ejemplar RT-RT. Tres ítems presentan el extremo proximal aplanado para mejorar la sujeción.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reverso PL=50% y CV=50%.</li> <li>- Conservación: Enteros=16, entero frag=7, frag=46.</li> </ul>	<p>prof. transversal media 38,5 mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Morfologías de tendencia circular y oval. Secciones de la cara activa mayoritariamente PL/CV y CV en ambos ejes.</li> <li>- Reverso PL=70% y CV=30%.</li> <li>- Conservación: Enteros=2, frag=5.</li> </ul>	<p>prof. transversal media 42,5 mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Morfologías en planta son preferentemente elípticas u ovals. Morfología de la sección cóncava en ambos ejes.</li> <li>- Reverso PL=35%, CV=55% y Indet=10%.</li> <li>- Conservación: Enteros=1, entero frag=3, frag=25. La mayoría de ítems presenta gruesas concreciones.</li> </ul>	<p>preferentemente elípticas u ovals. Morfología de la sección cóncava en ambos ejes. Un ítem presenta el extremo proximal aplanado para mejorar la sujeción.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reverso PL=50% y CV=50%.</li> <li>- Reverso PL=53%, CX=23,5% e Indet/Irreg=23,5%.</li> <li>- Dimensiones medias de las cúpulas: Prof. máx. 38,7 mm, diámetro 82,5 mm.</li> <li>- Conservación: Enteros=4, entero frag=2, frag=11.</li> </ul>
<b>Funcionalidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La distribución del desgaste sugiere un trabajo en pareja con moletas mediante un movimiento de vaivén.</li> <li>- Un único caso de molino con una segunda cara activa de percusión (JF117) superpuesta a la superficie de molienda.</li> <li>- El desgaste reduce en muchas ocasiones las superficies activas para la molienda.</li> <li>- Apertura en el extremo en el 46,4% de los casos (áreas de evacuación de la materia trabajada).</li> <li>- La caracterización traceológica indica <b>molienda de granos de cereal</b> (molinos mayoritariamente unifuncionales).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La distribución de tal desgaste sobre todos los casos sugiere un trabajo en pareja con moletas mediante un gesto técnico circular/libre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La distribución de tal desgaste sobre todos los casos sugiere un trabajo en pareja con moletas. Los gestos técnicos pueden combinar alternativamente movimientos de vaivén + circular/libre.</li> <li>- Un caso con apertura del extremo (zona de evacuación).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los molinos con dos caras activas superpuestas: 1) superficie activa de molienda amortizada (<b>molienda de cereal</b>); 2) superficie activa de percusión tipo mortero / cúpula normalmente en el centro de cara activa de molienda (mayor grosor del ítem). <b>Uso sin determinar.</b></li> <li>- Apertura en el extremo de la primera superficie activa de molienda (17,3% de los casos).</li> </ul>
<b>Episodios de reavivado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fosillas de piqueteado intenso muy recurrentes en los laterales y extremos de la cara activa. Algunos ítems en proceso de reavivado de la superficie activa (zona central): JF22, JF43, JF47, JF107, JF117, JF141.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se observan secuencias de piqueteado en todos los casos, pero en ninguno parece muy reciente (todos desarrollan plataformas de homogeneización rugosa en la parte alta de la topografía de la superficie activa).</li> </ul>		
<b>Reutilización / uso múltiple</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Único caso de uso múltiple molienda + trituración/percusión (JF117)</li> <li>- 2 casos de perforación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se han observado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso combinado de varios gestos técnicos: vaivén + circular/libre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reutilización de los ítems de molienda como instrumentos de trituración tipo mortero.</li> <li>- 5 casos de perforación y en 4 casos asociación de cúpula + perforación.</li> </ul>

Fig.3.3.5. Caracterización tecnológica y funcional de los molinos de Jerf el Ahmar.

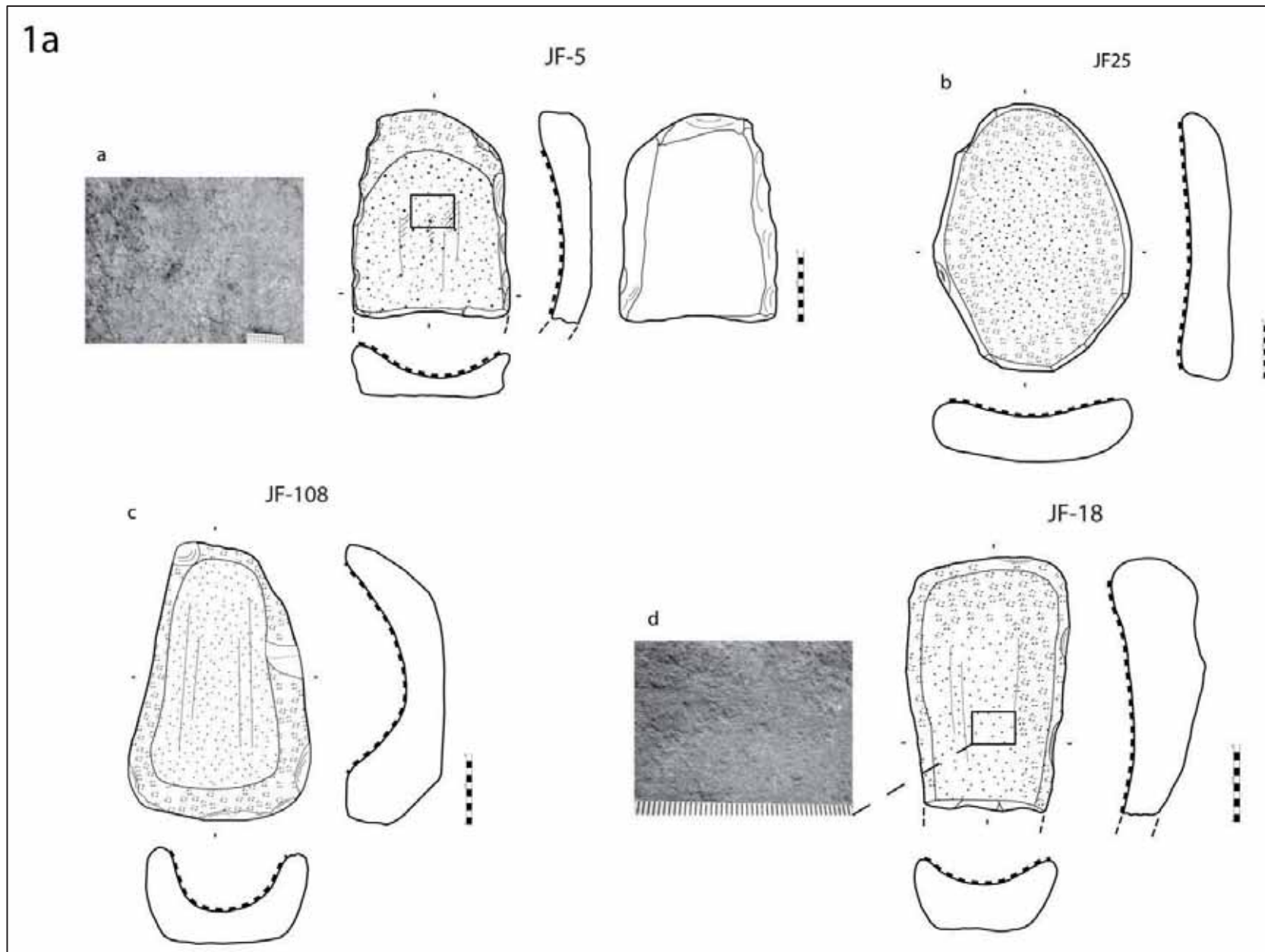


Fig. 3.3.6. Ejemplos de molinos tipo 1a de Jerf el Ahmar. Topografías: a, homogeneización rugosa junto trazas lineales en el centro superior de la cara activa; d, homogeneización lisa en el centro de la cara activa.

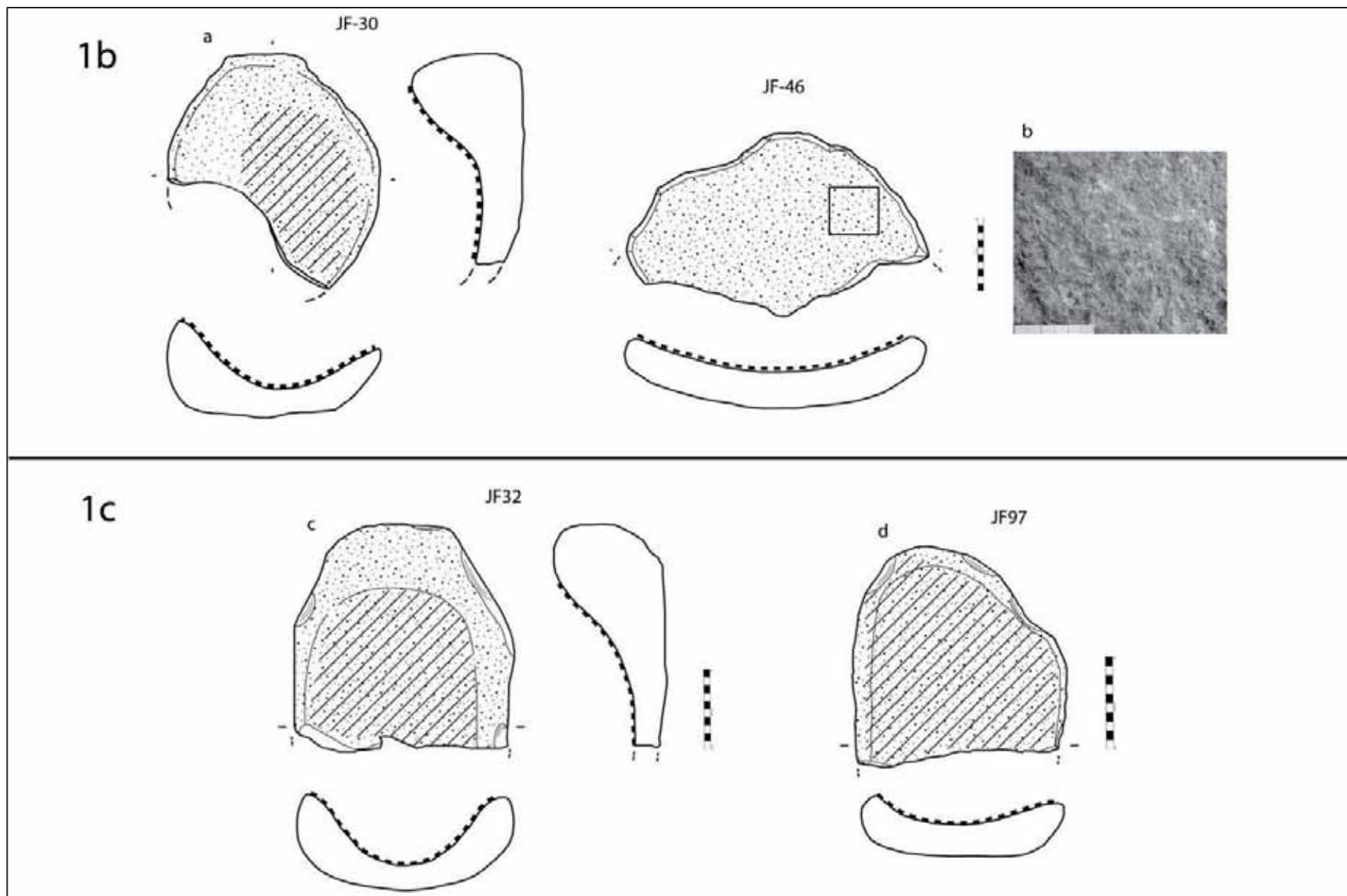


Fig. 3.3.7. Ejemplos de molinos tipo 1b y 1c de Jerf el Ahmar. Topografía: b, homogeneización muy rugosa.

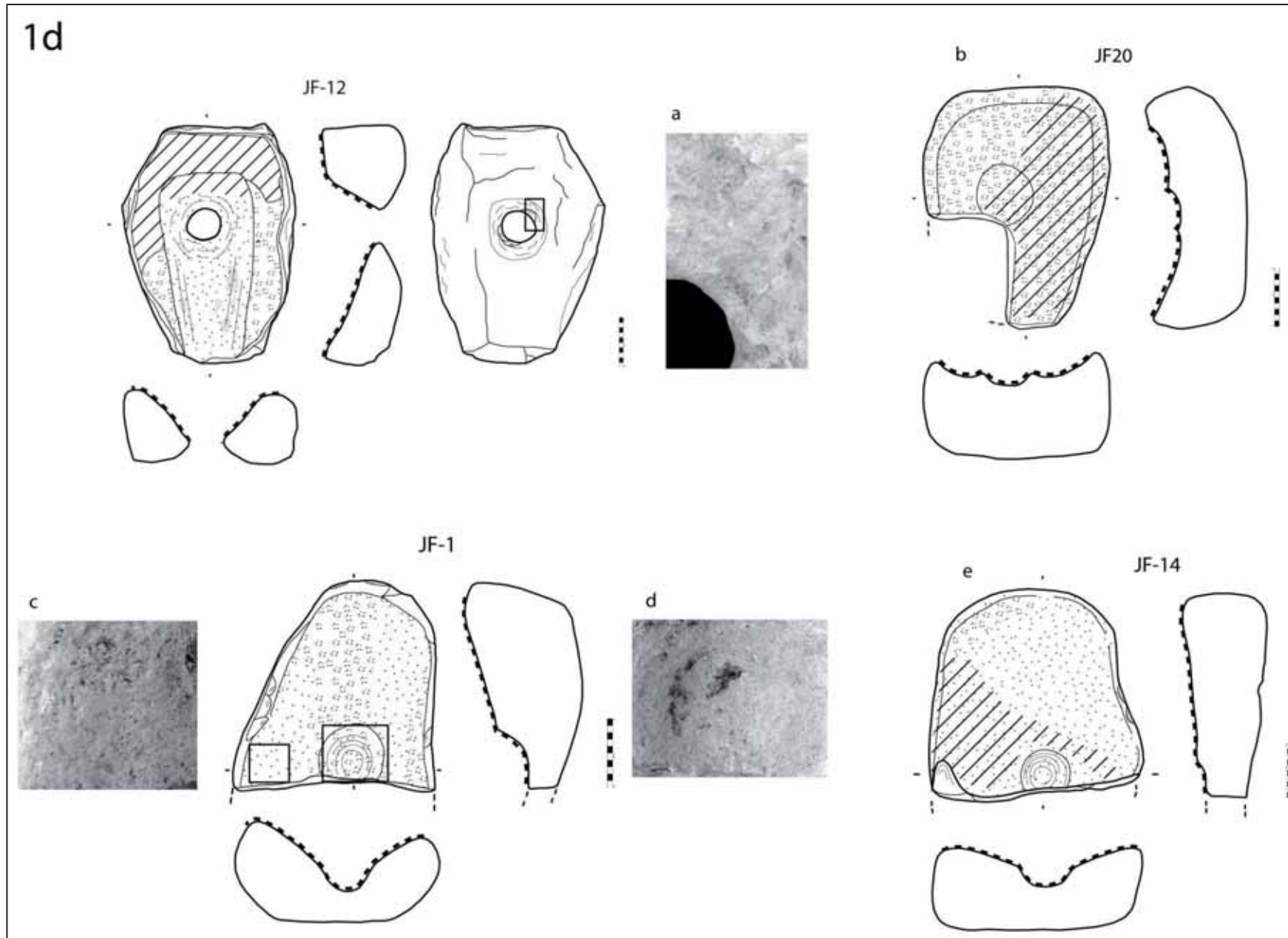


Fig. 3.3.8. Ejemplos de molinos tipo 1d de Jerf el Ahmar. Topografías: a, negativos de talla en el reverso de la perforación; c, homogeneización lisa en el lateral de la cara activa fruto de un contacto más intenso con la moleta durante el primer estadio de uso como molino; d, superficie interior de la cúpula alisada y con evidencias de piqueteado anterior.

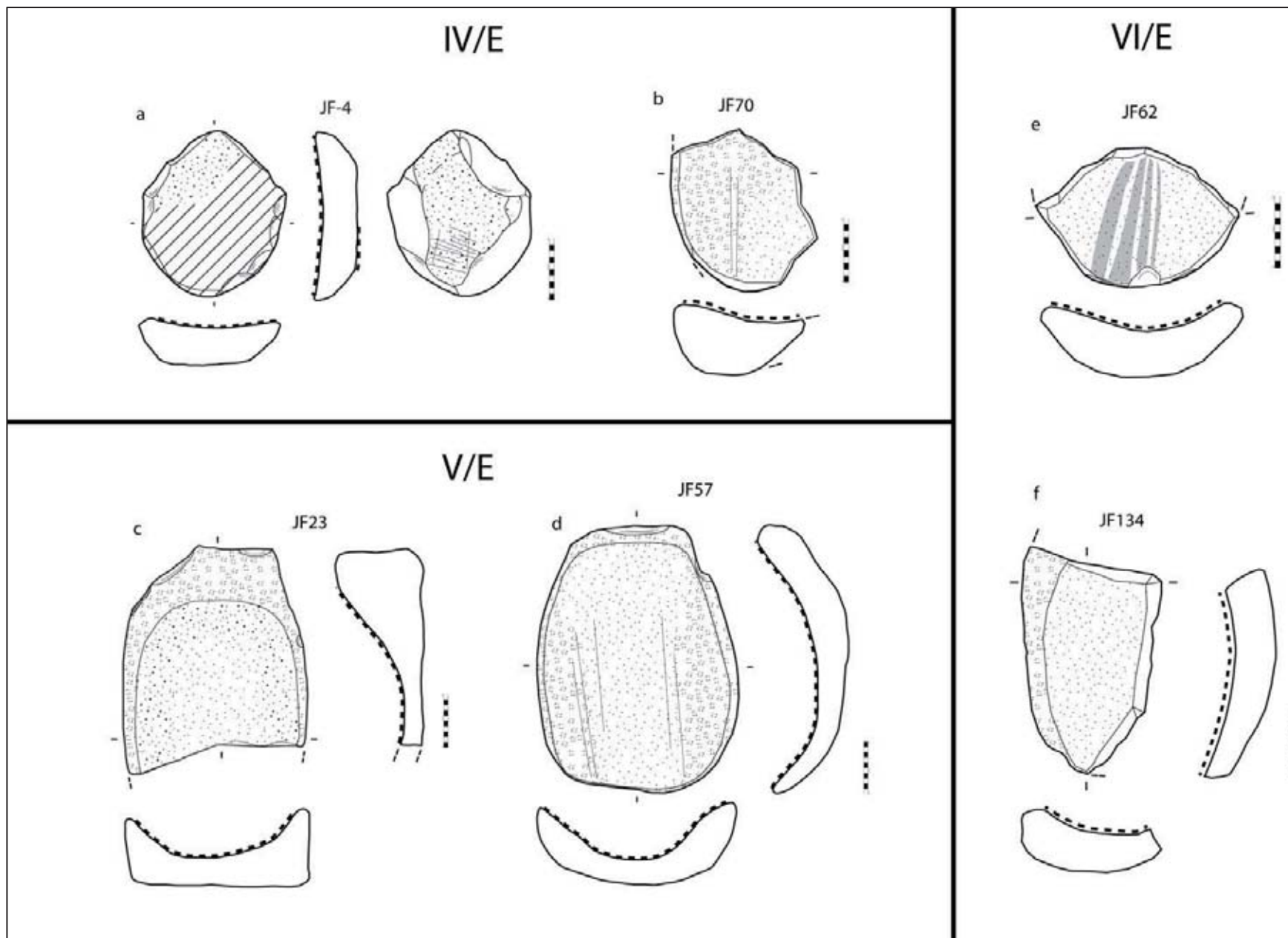


Fig. 3.3.9. Ejemplos de molinos hallados en los niveles IV/E, V/E y VI/E (fase PPNA I) de Jerf el Ahmar.

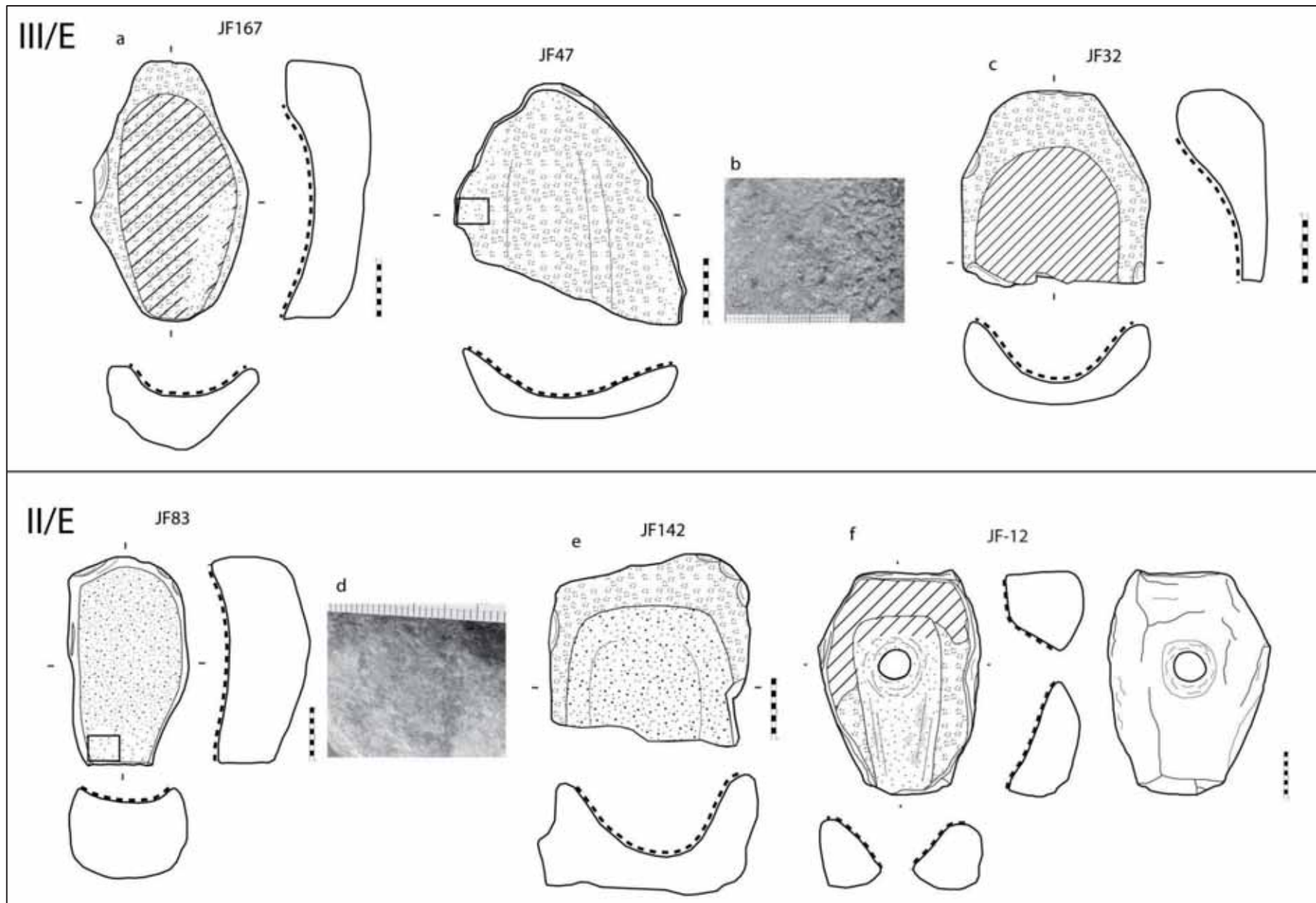


Fig. 3.3.10. Ejemplos de molinos hallados en los niveles III/E y II/E (fase PPNA I) de Jerf el Ahmar.

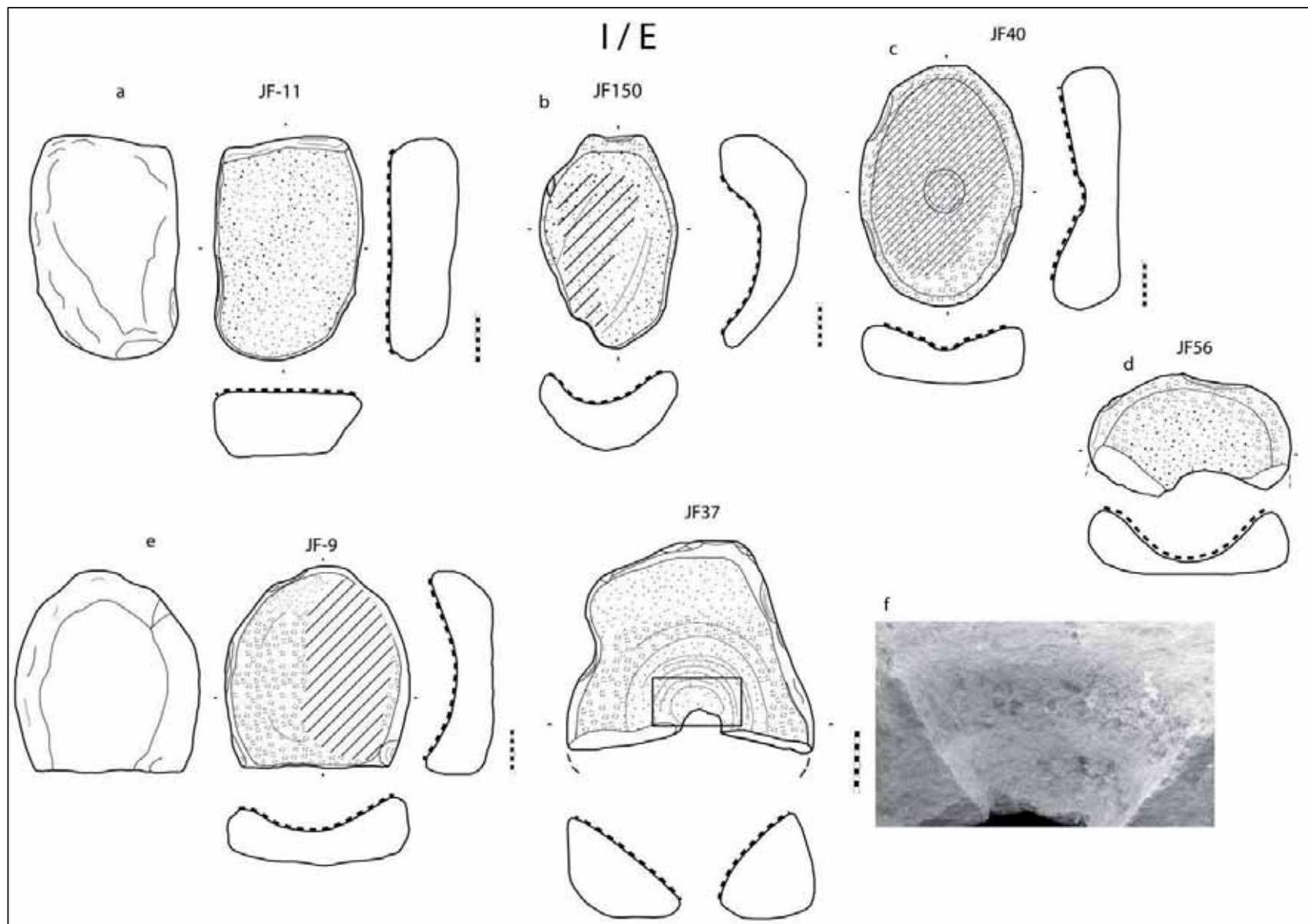


Fig. 3.3.11. Ejemplos de molinos hallados en el nivel I/E (fase PPNA II) de Jerf el Ahmar. Topografía: f, superficie interior de la cúpula con bandas concéntricas de homogeneización lisa y rugosa.

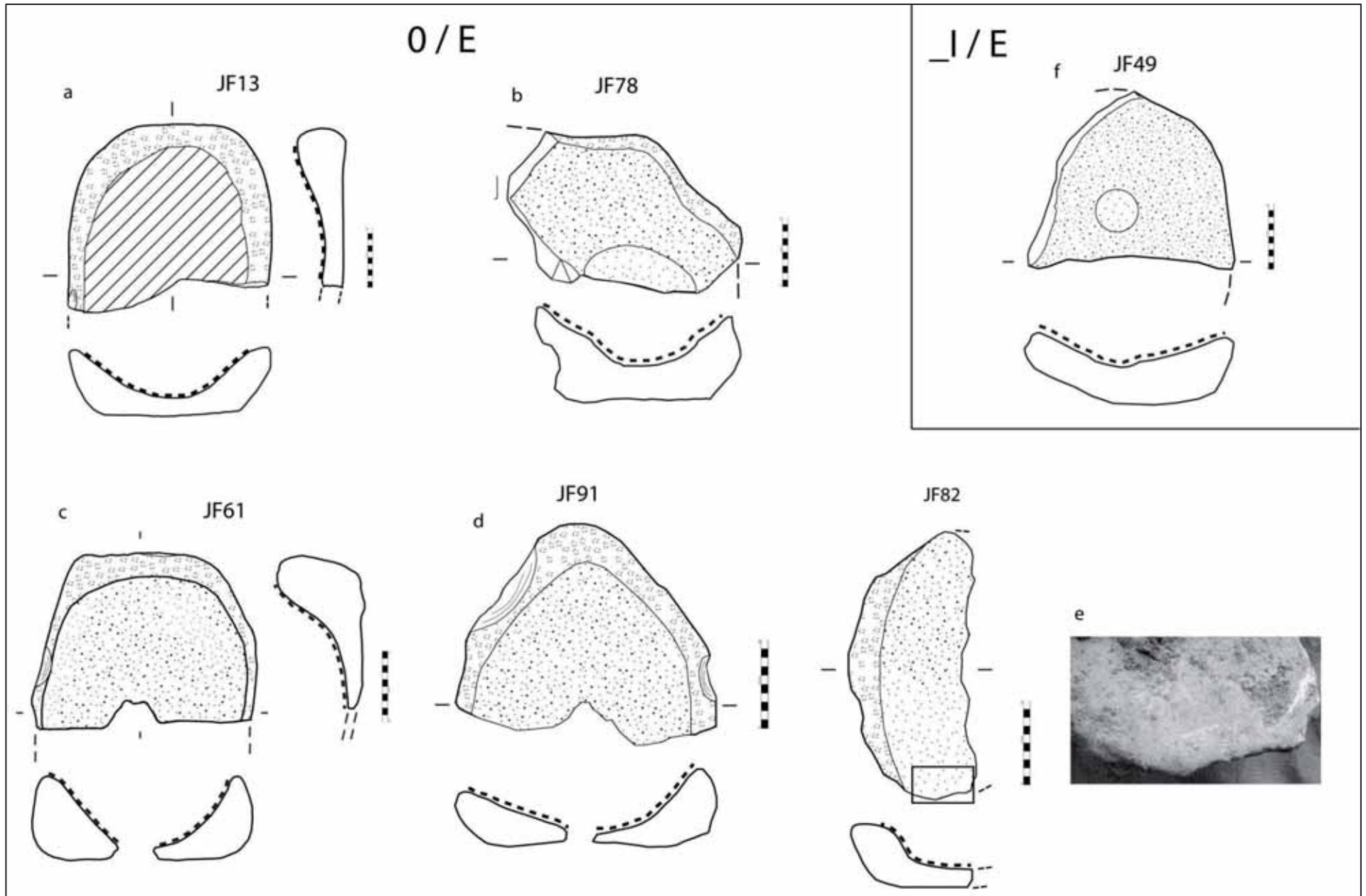


Fig.3.3.12. Ejemplos de molinos hallados en los niveles 0/E (PPNA II) y \_I/E (transición PPNA-PPNB) de Jerf el Ahmar. Topografía: e, homogeneización lisa en la zona de evacuación del producto.



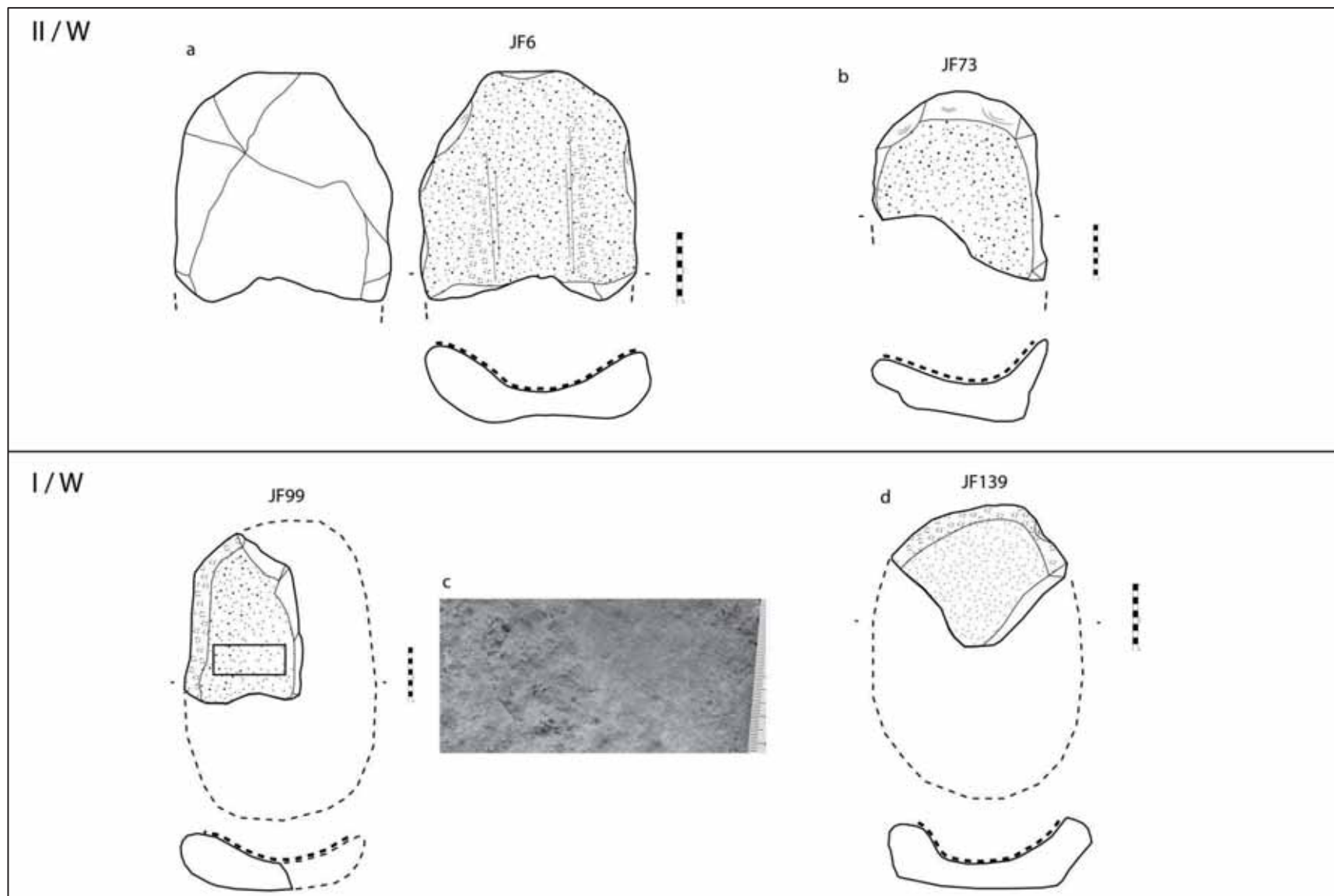


Fig. 3.3.13. Ejemplos de molinos hallados en los niveles II/W (fase PPNA II) y I/W (fase PPNA-PPNB) de Jerf el Ahmar. Topografía: c, piqueteado en el lateral de la cara activa y homogeneización lisa en el centro.

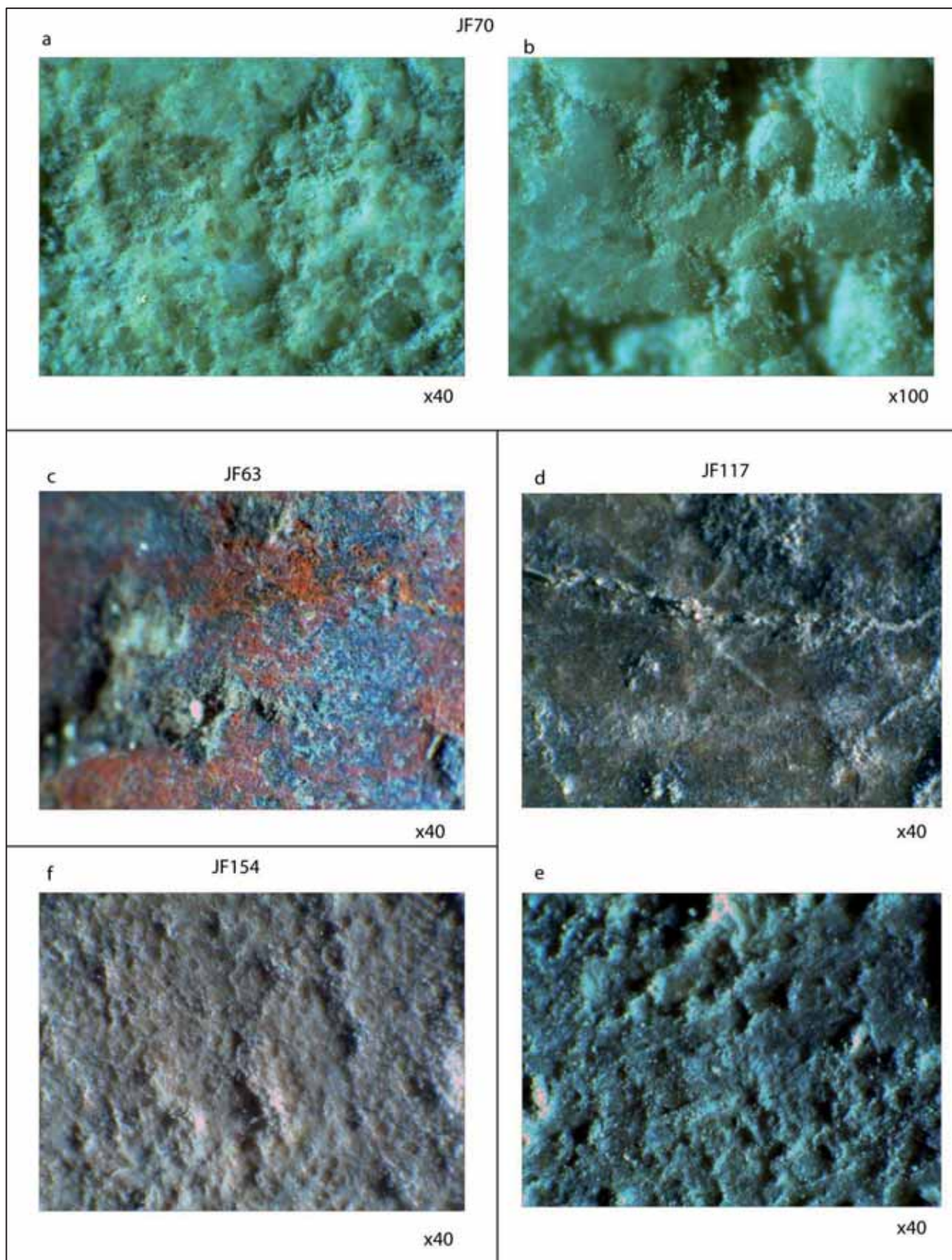


Fig. 3.3.14. Microfotos de las superficies activas de los molinos de Jerf el Ahmar. a y b, centro cara activa molino JF70 con homogeneización lisa, y desgaste desigual de los componentes minerales (más acusado en la matriz de calcita); c, centro cara activa molino JF63 con pulido asociado con restos de pigmento mineral rojo; d, centro cara activa molino JF117 con pulido leve y estrías cortas y finas; e, lateral cara activa de JF117 con homogeneización rugosa; f, centro cara activa JF154 con homogeneización rugosa, piqueteado anterior y desprendimiento de granos.

MATERIA PRIMERA			TIPOS MOLETAS JERF EL AHMAR									
			1a	%	1b	%	1c	%	1d	%	Indet	%
Rocas ígneas	Volcánicas	BAC	12	13,8	1	33,3	6	11,8	6	17,6	3	9,1
		BAV (V1)	2	2,3								
	Intrusivas	Granito	25	28,7			8	15,7	8	23,5	8	24,2
		Pórfido	18	20,7	1	33,3	17	33,3	11	32,4	10	30,3
		Pegmatita	2	2,3			2	3,9	2	5,9	1	3
		Intrusiva indet.	21	24,1			3	5,9	3	8,8	6	18,2
Rocas metamórficas		Mármol	1	1,1			2	3,9	1	2,9		
		Cuarcita	2	2,3			8	15,7	3	8,8	2	6,1
Rocas sedimentarias		Conglomerado					1	2,0			1	3
Varia		Indet	4	4,6	1	33,3	4	7,8			2	6,1
<i>Total</i>			87		3		51		34		33	

Fig. 3.3.15. Distribución absoluta y porcentual de la materia prima de las moletas de Jerf el Ahmar según tipo de moleta.

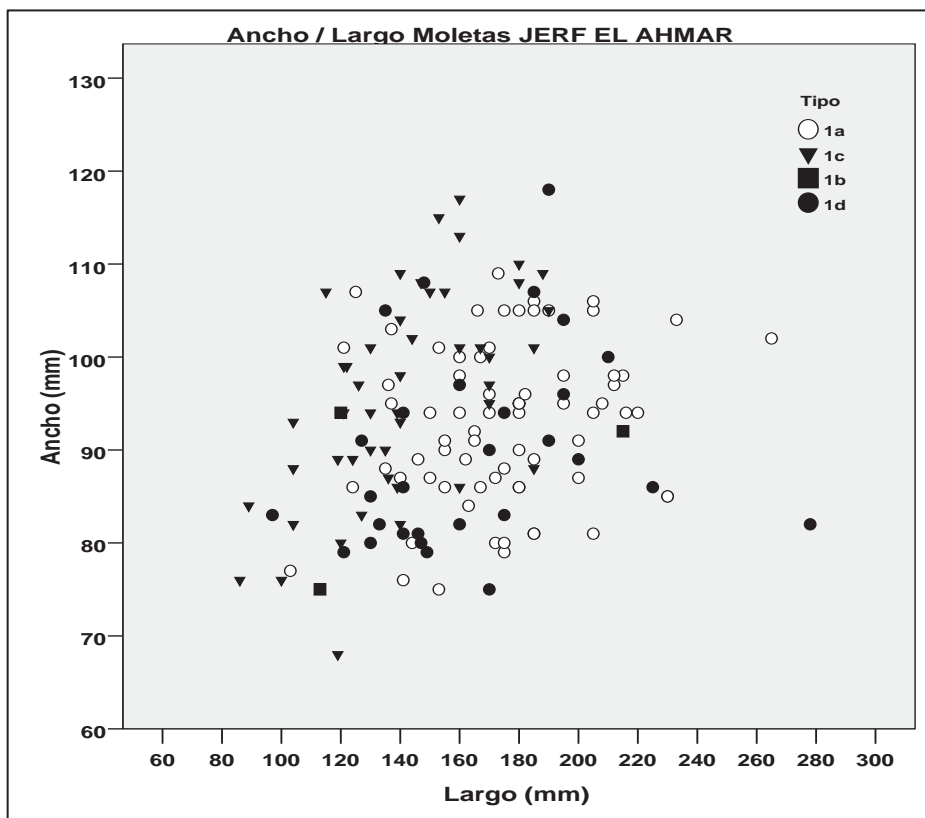


Fig. 3.3.16. Relación Largo-Ancho por tipo de moleta en el conjunto de Jerf el Ahmar. Únicamente se han contabilizado los ítems enteros o casi enteros.

	TIPOLOGÍA MOLETAS JERF EL AHMAR			
	Grupo 1			
	1a	1b	1c	1d
	N=87	N=3	N=51	N=34
<b>Materia prima</b>	- Dominan las rocas ígneas (granito 28,7%, pórfido 20,7%, basalto 15%). Minoría de rocas metamórficas (cuarcita 2,3%, mármol 1,1%).	- Dominan las rocas ígneas (pórfido 33,3%, basalto 33,3%).	- Dominan las rocas ígneas (pórfido 33,3%, granito 15,7%, basalto 11,8%). Minoritarias: cuarcita 15,7%, mármol 3,9%, pegmatita 3,9%.	- Dominan las rocas ígneas (pórfido 32,4%, granito 23,5%, basalto 17,6%, pegmatita 5,9%). Minoría de rocas metamórficas (cuarcita 8,8%, mármol 2,9%).
<b>Tecnología de fabricación</b>	- Baja inversión en la manufactura de los ítems, excepto en la preparación de la cara activa, realizada mediante piqueteado en todos ellos. - Preparación ocasional del contorno mediante piqueteado (8%). Sin modificar (89,7%). - En el reverso, trazas de piqueteado y abrasión (10,3%), talla (3,4%), y sin modificar (56,3%).	- Ausencia de trazas de manufactura en el contorno y en el reverso, excepto en la preparación de la cara activa mediante piqueteado (66,7%).	- Baja inversión en la manufactura de los ítems, excepto en la preparación de la/s cara/s activa/s mediante piqueteado. - Preparación ocasional del contorno mediante piqueteado (11,8%). - El reverso es modificado puntualmente mediante talla y piqueteado (7,8%).	- Baja inversión en la manufactura: preparación del contorno mediante piqueteado (23,5%) y piqueteado y abrasión (2,9%). Sin modificar (64,7%). - El reverso es modificado mediante piqueteado y abrasión (17,6%) y piqueteado (8,8%). - Piqueteado de la/s cara/s activa/s (96,1%).
<b>Variabilidad morfométrica</b>	- Alta variabilidad métrica: moletas de vaivén de pequeñas (largo 103 mm / ancho 75 mm) y grandes dimensiones (largo 265 mm / ancho 109 mm). Largo medio 175,1 mm, ancho medio 92,9 mm y grosor medio 51,1 mm. - Morfologías en planta son preferentemente elípticas u ovals. Las morfologías en sección son mayoritariamente CX-CX y RT-RT, y, en menor medida, RT-RT y RT-CV.	- Algunos ejemplares pequeños (largo 120 mm / ancho 94 mm) y de medianas dimensiones (largo 215 mm / ancho 92 mm). Grosor medio 51 mm. - Morfologías en planta de tendencia circular. Las morfologías en sección son CX-CX y CX-RT.	- Algunos ejemplares pequeños (largo 86 mm / ancho 68 mm) y de medianas dimensiones (largo 190 mm / ancho 117 mm). Grosor medio 53,9 mm. - Morfologías en planta son preferentemente elípticas u ovals. Las morfologías en sección son mayoritariamente CX-CX y RT-RT, y, en menor medida, RT-CV.	- La mayoría de moletas son de grandes dimensiones: largo medio 163 mm, ancho medio 89,9 mm, grosor medio 50,5 mm. - Morfologías en planta son preferentemente elípticas u ovals. Las morfologías en sección son mayoritariamente CX-CX y RT-RT, y, en menor medida, CX-RT y RT-CV. - Los extremos activos miden entre 60-60 mm y 30-20 mm, siendo los más usuales los que miden 40-25 mm.
Las morfologías en planta son tributarias del bloque de materia prima (cantos fluviales), mientras que las morfologías en sección son generadas por desgaste (uso y mantenimiento).				
<b>Funcionalidad</b>	- El 67,8% de las moletas presentan una única cara activa de molienda, y el 29,9% presentan dos caras activas opuestas (anverso y reverso). - La distribución del desgaste sobre todos los casos sugiere un trabajo en pareja con molinos mediante un movimiento de vaivén. El manejo de las moletas principalmente con dos manos. - 10 moletas han sido utilizadas con molinos CX en sección transversal y con anchuras inferiores a la longitud máxima de estas moletas.	- Dos moletas con una única cara activa, y una moleta con dos caras activas opuestas. - La distribución del desgaste sobre todos los casos sugiere un trabajo en pareja con molinos. El gesto técnico	- El 68,6% presenta una única cara activa, y el 29,4% presenta dos caras activas opuestas. Un caso de dos caras activas adyacentes (anverso y extremo). - La distribución del desgaste sobre todos los casos sugiere un trabajo en pareja con molinos. Los gestos técnicos pueden combinar alternativamente movimientos de vaivén + circular/libre, con una o dos manos según la métrica.	- El 73,5% presenta dos caras activas adyacentes (anverso y extremo), el 23,5% presenta tres caras activas (anverso, reverso y extremo) y un ejemplar presenta cuatro caras activas (anverso, reverso y los dos extremos). - La distribución del desgaste en las caras anversa y reversa sugiere un trabajo en pareja y movimientos de vaivén con molinos.

		circular/libre es mayoritario. Pueden ser accionadas con una única mano.		En los extremos se combina percusión lanzada y apoyada.
<b>Episodios de reavivado</b>	- Áreas de piqueteado mucho más intensas y extensas en aquellas moletas elaboradas en cuarcita, mármol y basalto compacto (granulometría fina).			
<b>Reutilización / uso múltiple</b>	- En las 26 moletas con dos caras activas opuestas, uso combinado y alternativo de ambas superficies de molienda.	- Uso alternativo de las dos superficies de molienda opuestas en la moleta JF422. - Un caso de reutilización de la moleta JF265 en el procesado de pigmentos minerales.	- Uso combinado de varios gestos técnicos: vaivén + circular/libre. - Uso de extremos activos como percutores (por ej. JF279 como un diedro). Continuación del uso de artefactos como moletas tras fracturas que reducen considerablemente el tamaño del útil (ex.JF270).	- Uso combinado de varios gestos técnicos: percusión apoyada vaivén (anverso – reverso), y percusión lanzada y apoyada (extremos). - Uso de extremos activos como percutores (JF306, JF343 con grandes extracciones por fractura). - Un caso de reutilización en el procesado de pigmentos (JF277).

Fig.3.3.17. Caracterización tecnológica y funcional de las moletas de Jerf el Ahmar.

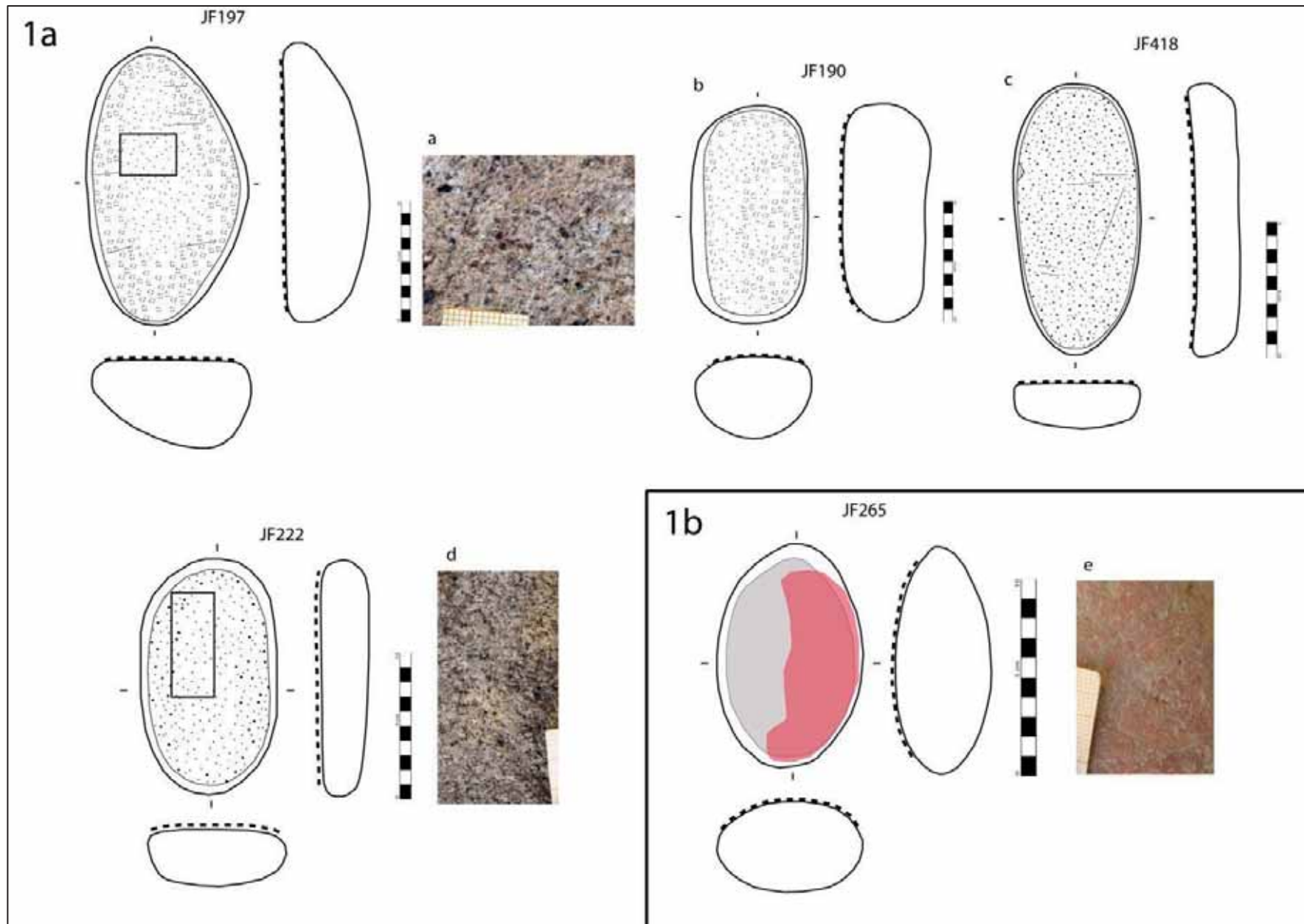


Fig. 3.3.18. Ejemplos de moletas 1a y 1b de Jerf el Ahmar. Topografías: a, homogeneización lisa; d, zonas de homogeneización lisa y rugosa; e, restos de pigmento rojizo sobre pulido leve.

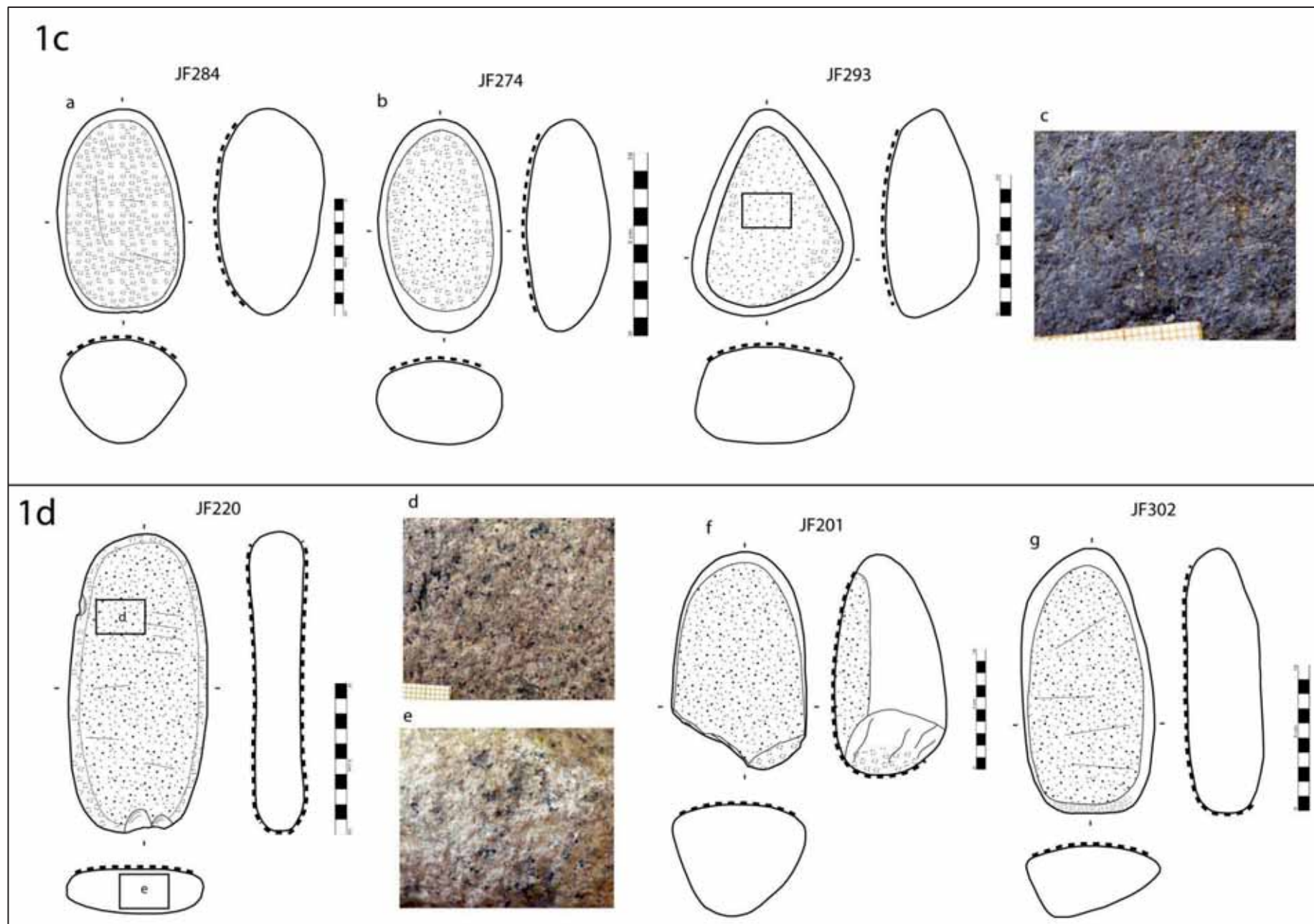


Fig. 3.3.19. Ejemplos de moletas 1c y 1d de Jerf el Ahmar. Topografías: a, zonas de homogeneización lisa sobre fosillas de piqueteado anterior; d, homogeneización rugosa; e, trazas de percusión lanzada.

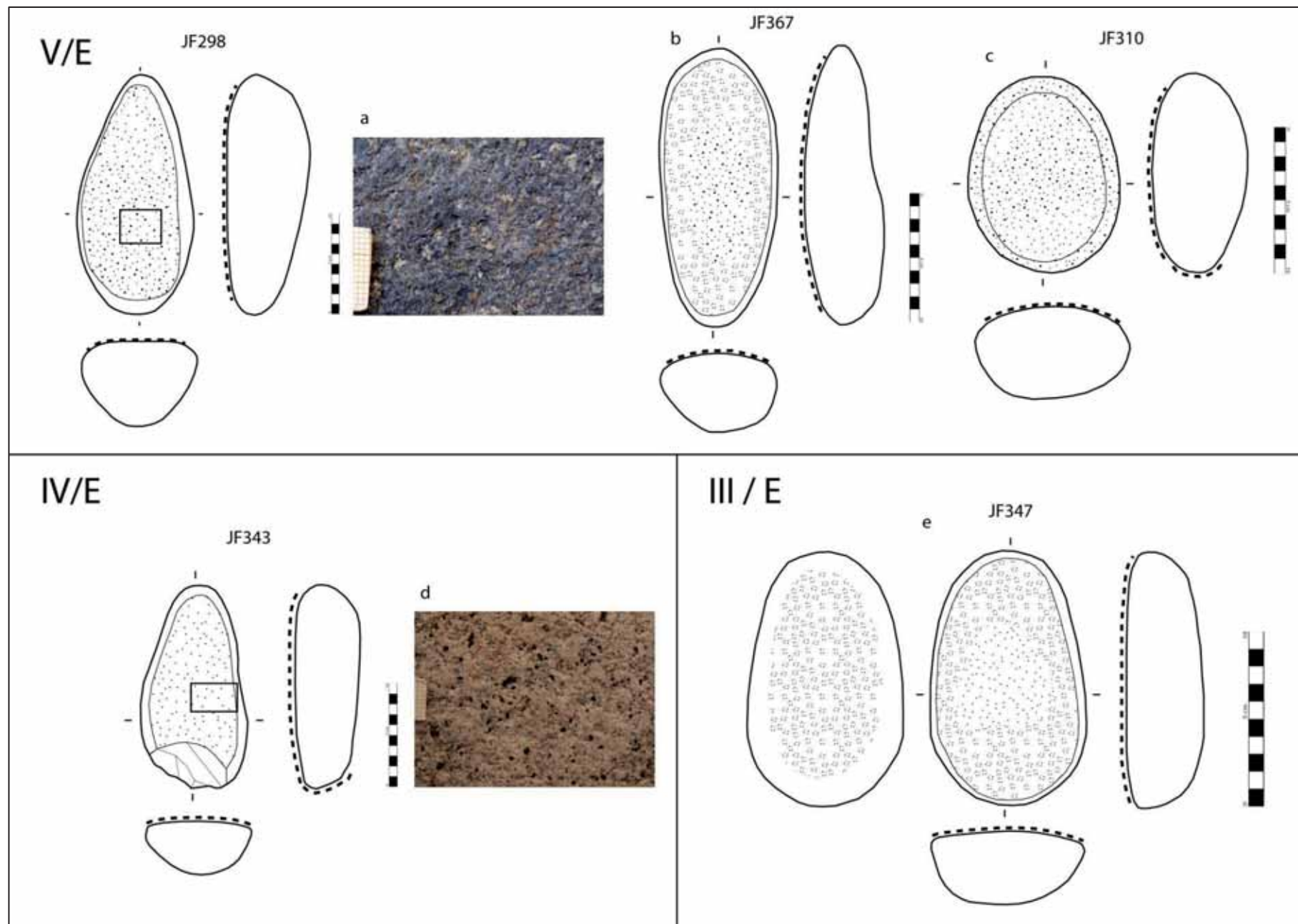


Fig. 3.3.20. Ejemplos de moletas halladas en los niveles V/E, IV/E y III/E (fase PPNA I) de Jerf el Ahmar. Topografías: a, homogeneización rugosa; d, homogeneización lisa con desgaste desigual de los minerales.



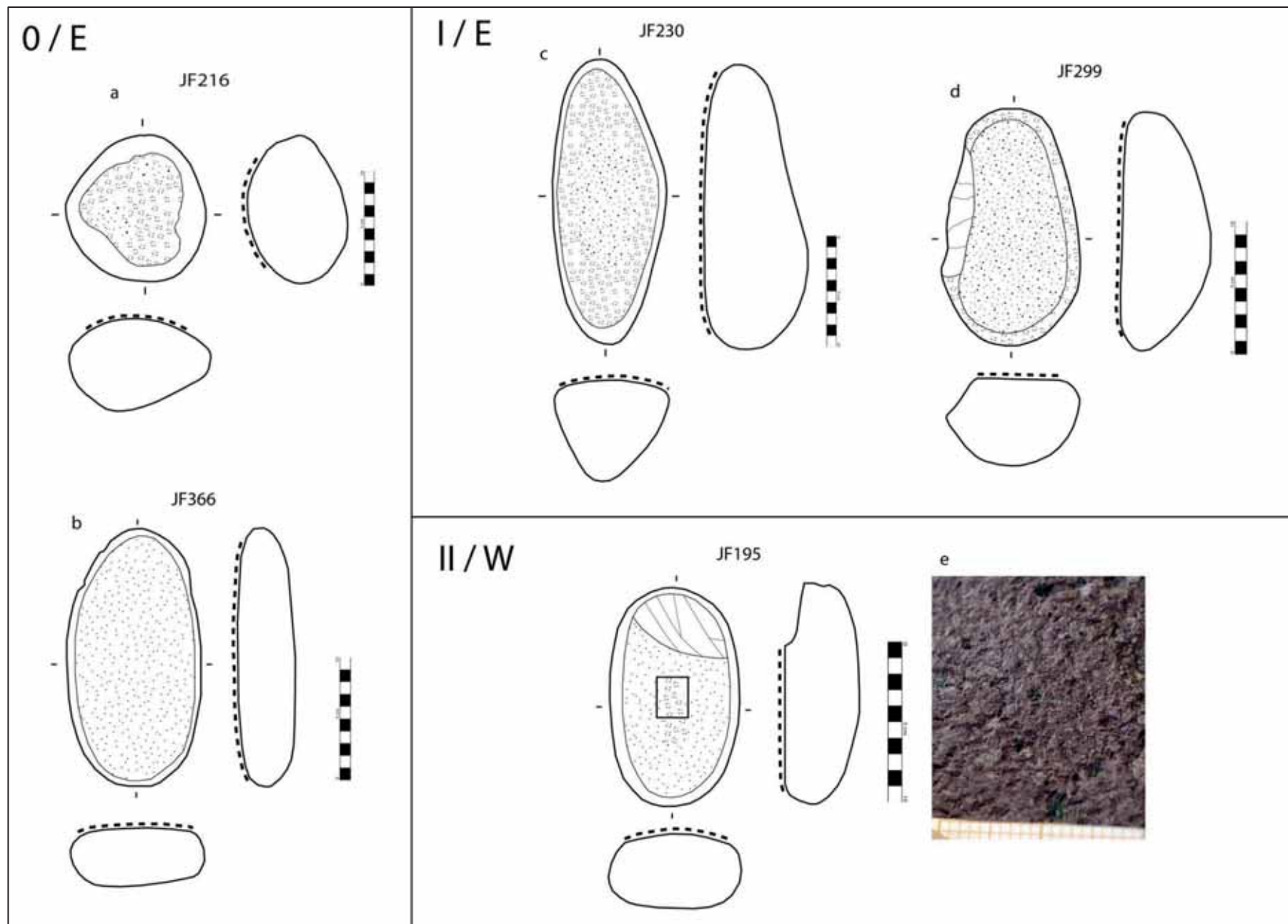


Fig. 3.3.21. Ejemplos de moletas halladas en los niveles 0/E, I/E y II/W (fase PPNA II) de Jerf el Ahmar. Topografía: e, fosillas de piqueteado (posible reavivado reciente de la superficie activa).

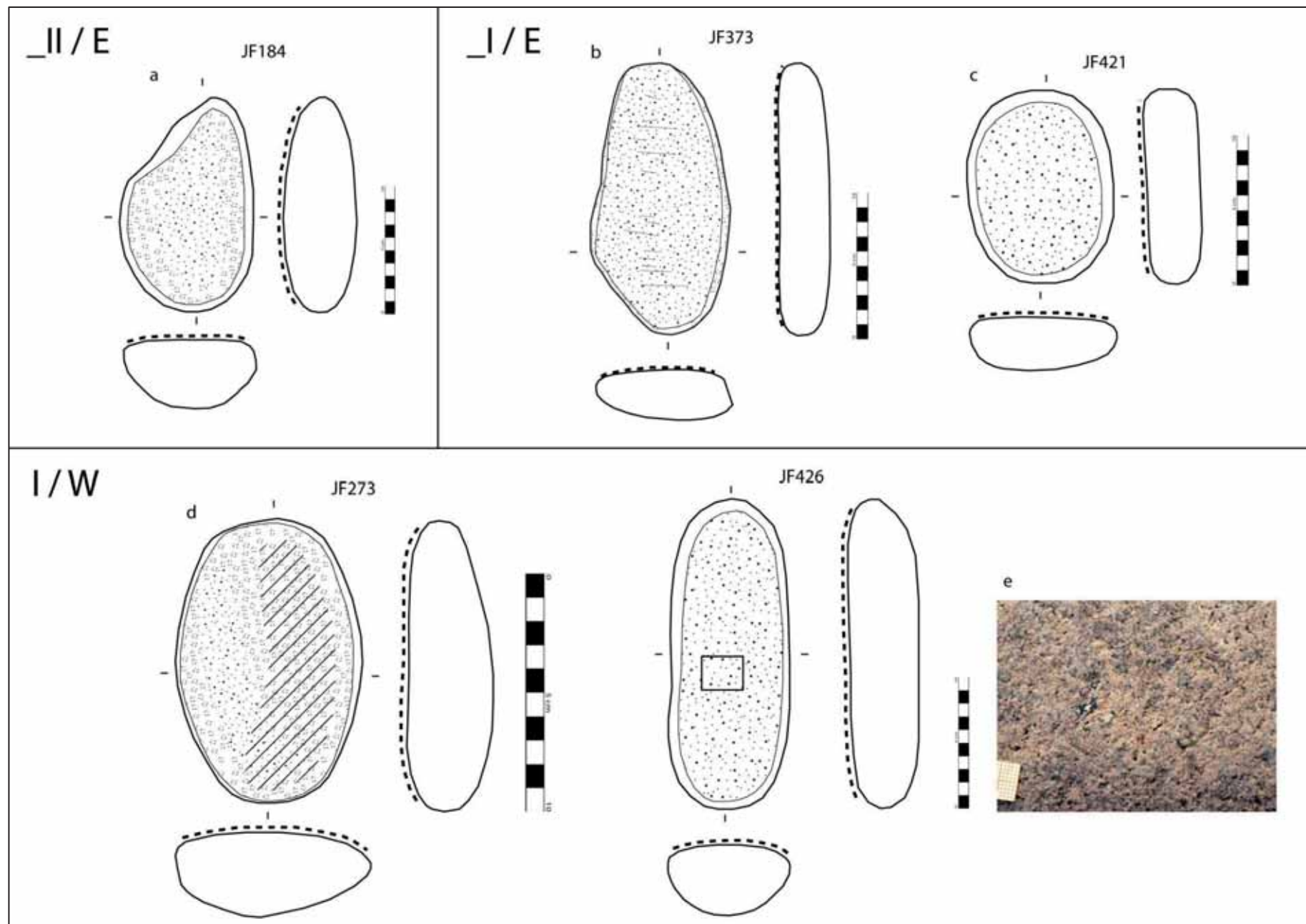


Fig. 3.3.22. Ejemplos de moletas halladas en los niveles V/E, IV/E y III/E (fase PPNA-PPNB) de Jerf el Ahmar. Topografía: e, homogeneización lisa.

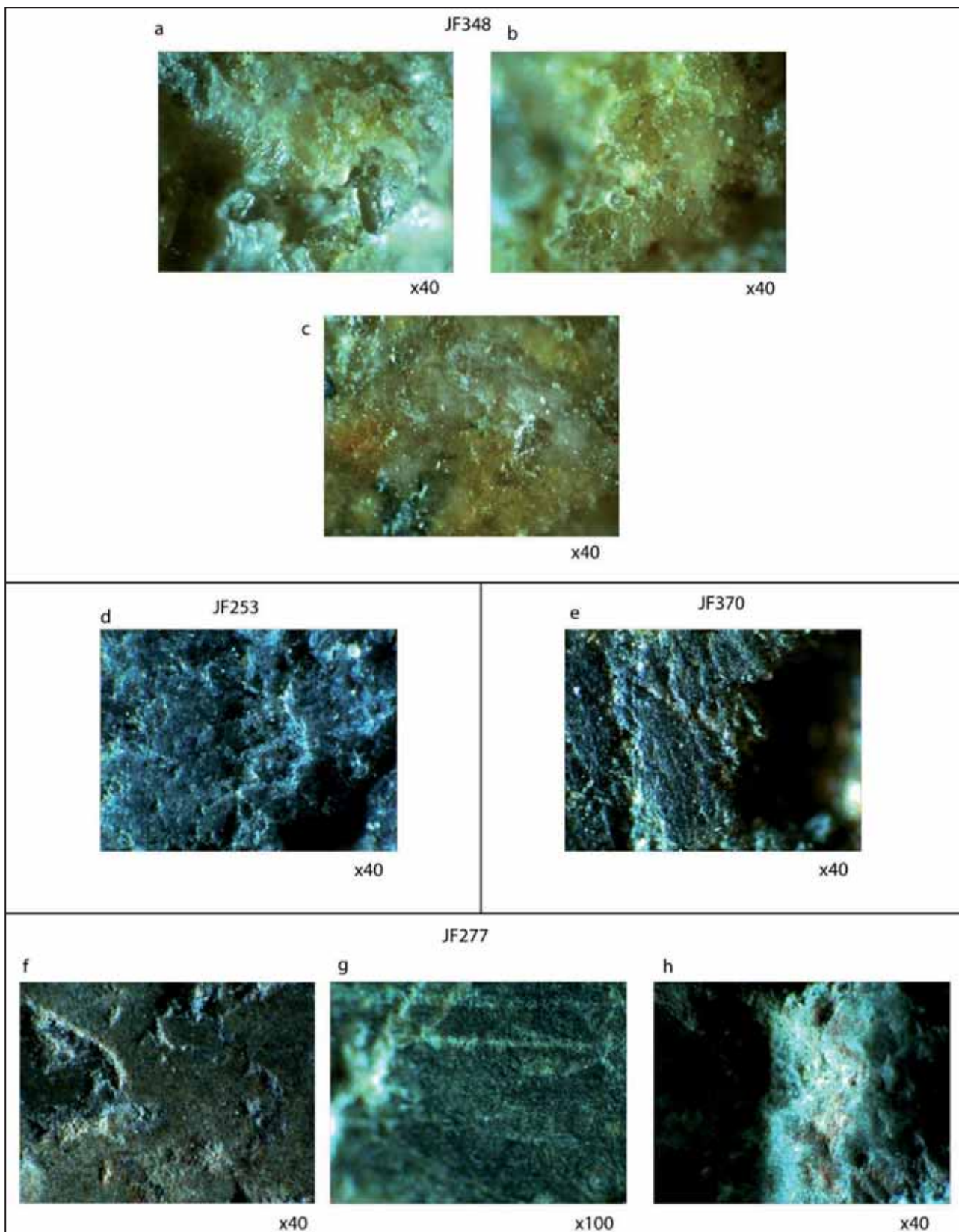


Fig.3.3.23. Microfotos de las superficies activas de las moletas de Jerf el Ahmar. Moleta 1a JF348 con fosillas de piqueteado (a), pequeñas áreas de homogeneización entre las fosillas de piqueteado (b), y superficies alisadas en el centro de la cara activa (c); moleta 1c JF253 homogeneización lisa en el centro de la cara activa (d); moleta 1c JF370 homogeneización rugosa con estrías cortas y oblicuas al eje mayor del ítem (e); moleta 1d JF277 con pulido (f) y estrías asociadas (g) en el centro de la cara activa, así como restos de pigmento rojizo en el extremo activo (h).

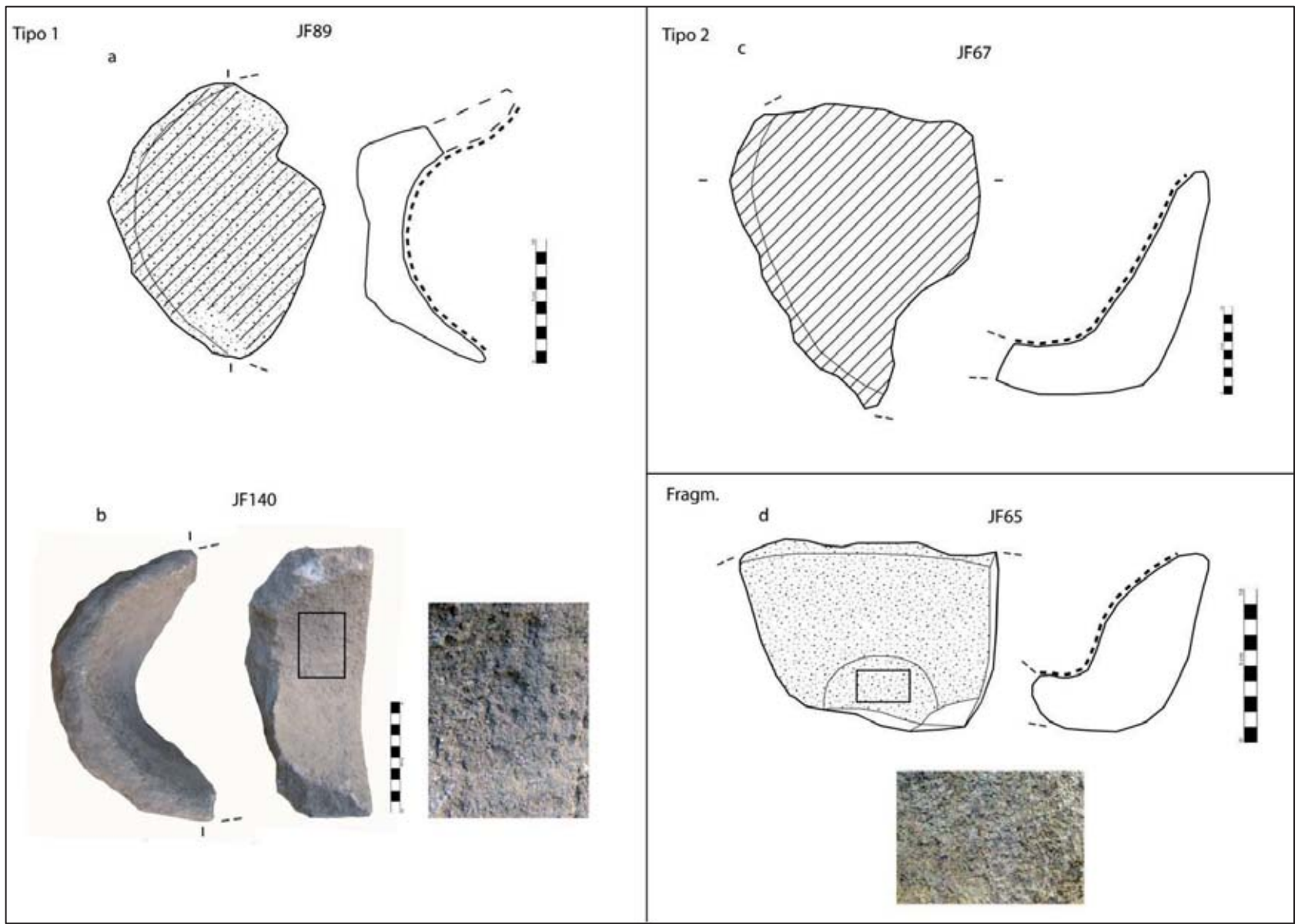


Fig. 3.3.24. Morteros de Jerf el Ahmar. Ejemplos del tipo 1 (JF89, JF140), tipo 2 (JF67) y un ejemplar fracturado con cúpula en el interior (JF65). b y d, trazas de alisado.

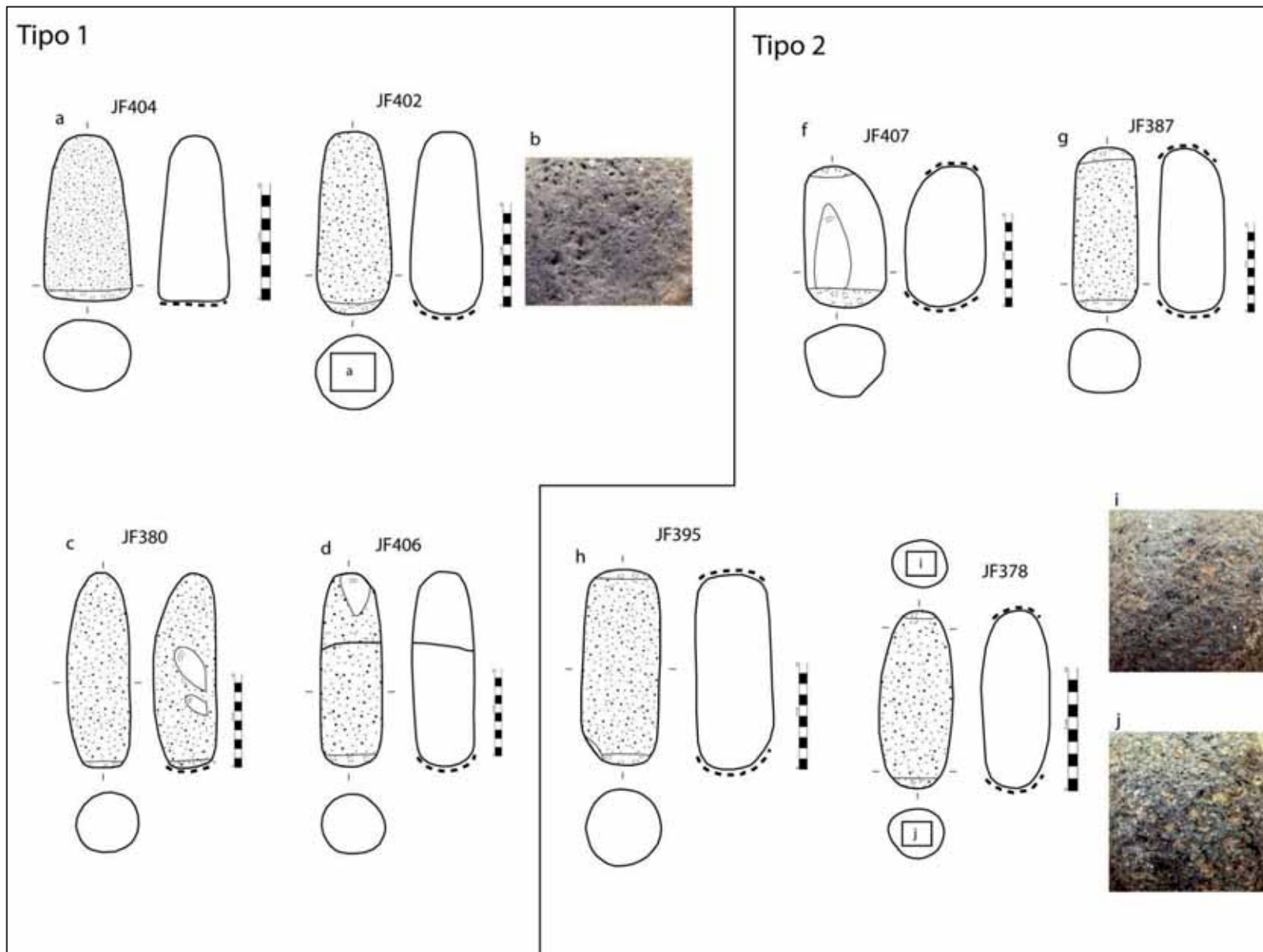


Fig.3.3.25. Ejemplos de pilones del tipo 1 y del tipo 2 de Jerf el Ahmar. b, superficie activa con trazas de alisado; i-j, superficies activas con fosillas de percusión.

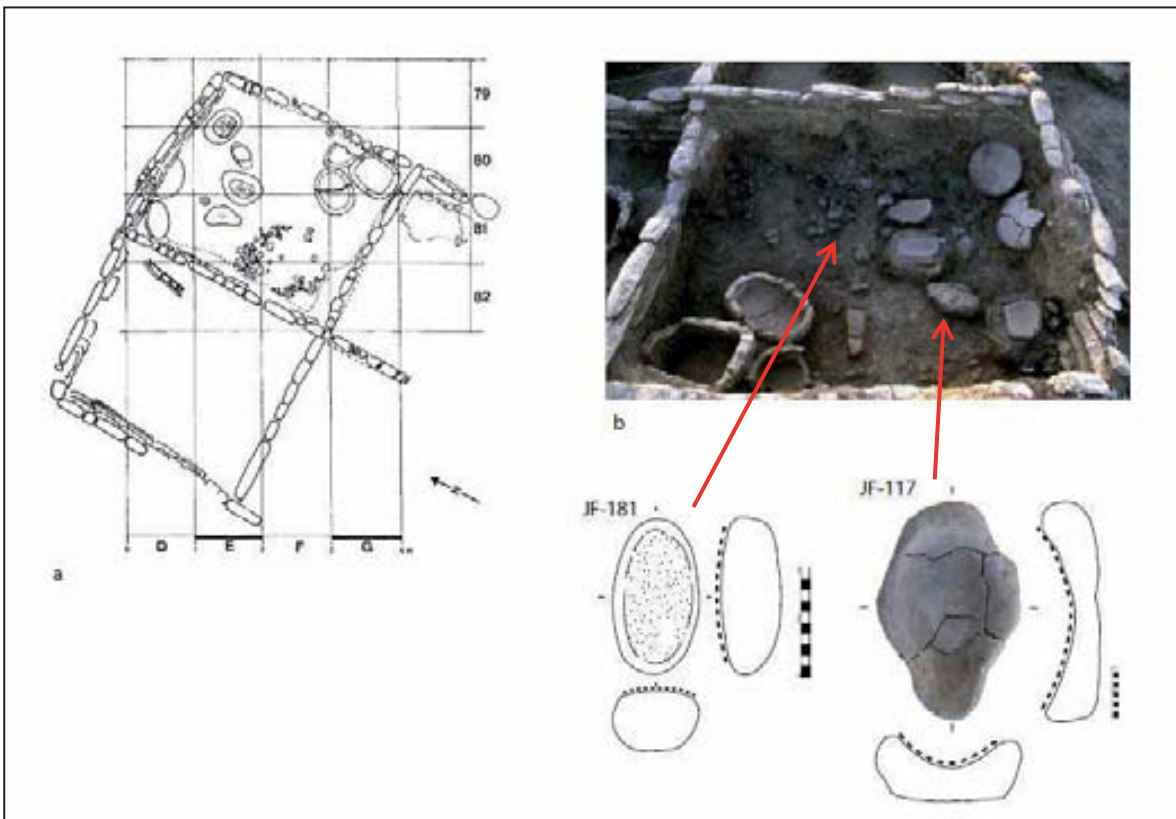
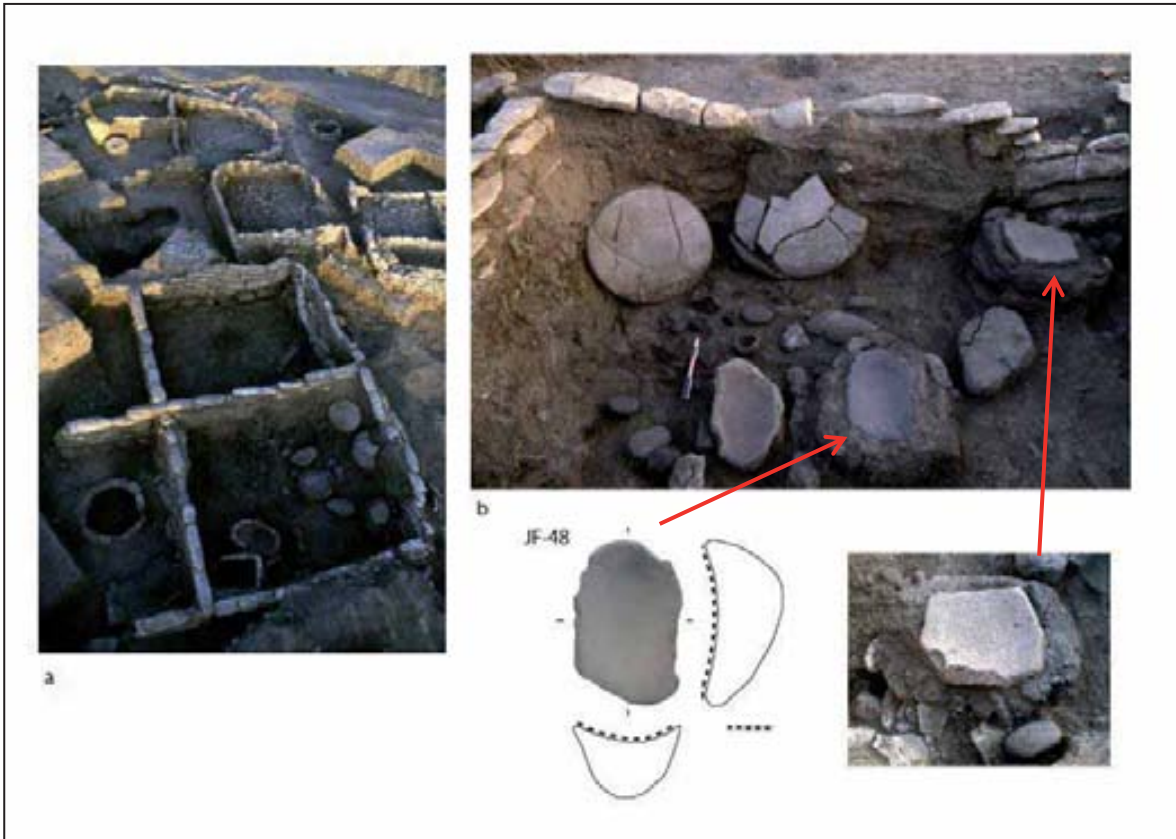


Fig. 3.3.26. Contextos *in situ* con material de molienda en Jerf el Ahmar: casa EA10 (“cocina quemada”, ver descripción en el texto) (a partir de Stordeur & Willcox 2009; Willcox 2002; fotografías de D. Stordeur) y los útiles de molienda hallados en su interior: molinos JF48 y JF117 (boca abajo), y la moleta JF181.

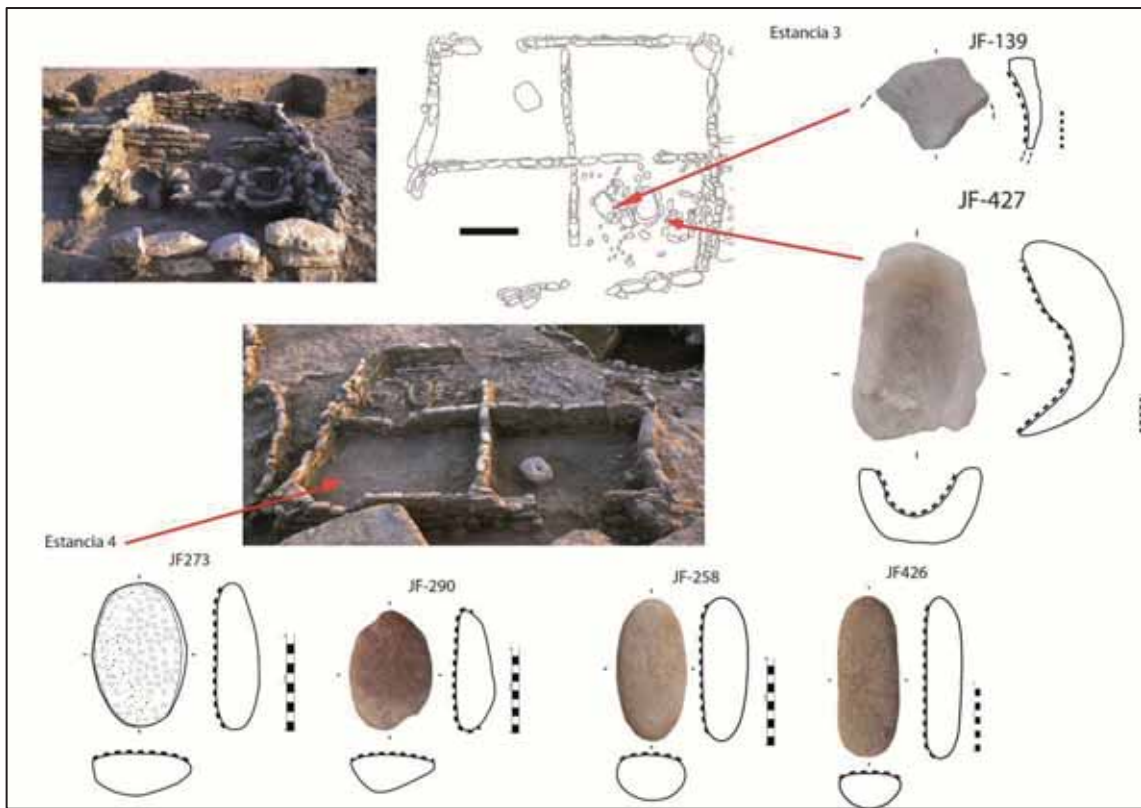


Fig. 3.3.27. Contextos *in situ* con material de molienda en Jerf el Ahmar: casa EA54 y algunos de los útiles hallados en las estancias 3 (molino JF139, molino-mortero JF427) y 4 (moletas JF273, JF290, JF258, JF426).

DISTRIBUCIÓN DEL MATERIAL DE MOLIENDA Y TRITURACIÓN POR NIVELES Y CASAS EN EL CERRO ESTE																	
Molinos				Moletas				Pilones				Morteros					
Niv / E	N Molinos	EA	N Molinos	Niv / E	N Moletas	EA	N Moletas	Niv / E	N Pilones	EA	N Pilones	Niv / E	N Morteros	EA	N Morteros		
I - II / E	6	EA17-20	1	I - II / E	9	EA17-20	1	I / E	2	EA64	2	I - 0 / E	1	EA17	1		
		EA53	1			EA58	2										
		EA59	2			EA64	4										
0 / E	21	EA17	11	I - 0 / E	6	EA17	5	0 / E	5	EA17	2						
		EA18	1			EA17-20	1			EA76	1						
		EA20	8	0 / E	16	EA17	5			EA20	6						
EA17	3	EA1	2			I / E	7	EA7	1								
I / E	46	EA1-6	4	I / E	43					EA6	7					EA19	1
		EA6	8							EA7	1						
		EA19	3					EA19	11	EA23	1						
		EA23	23					EA22	2								
		EA34	2					EA23	5								
		EA42	2					II / E	8	II / E	2	-	-	II / E	1	-	-
II / E	13	EA1-2	3	EA2	6												
		EA2	3	EA5	1												
		EA8	1														
EA44	1	III / E	10	III / E	3	EA8	1										
III / E	7							EA8	1	EA48	6	EA48	1				
								EA2	1	EA47	1						
EA25	1	EA25	2														
IV / E	6	EA26	1	III-IV / E	9	EA26	2	IV / E	2	EA26	1						
		EA28	3			EA28	4										
V / E	4	EA37	2	V / E	16	EA28	5	V / E	2	EA28	1						
						EA37	4			EA37	1						
						EA47	6										
VI / E	3	EA45	3	VI / E	-	-	-	VI / E	-	-	-						
INDET / E	2	-	-	INDET / E	6	-	-	INDET / E	1	-	-						
<i>Total Molinos Cerro este</i>	112	<i>Total asociadas a casas cerro este</i>	90	<i>Total Moletas Cerro este</i>	123	<i>Total asociadas a casas cerro este</i>	89	<i>Total Pilones Cerro este</i>	24	<i>Total asociadas a casas cerro este</i>	13	<i>Total Morteros Cerro este</i>	3	<i>Total asociadas a casas cerro este</i>	2		

Fig. 3.3.28. Distribución espacial (por casas) y diacrónica (por niveles) del material de molienda y trituración en el cerro Este de Jerf el Ahmar.



DISTRIBUCIÓN DEL MATERIAL DE MOLIENDA Y TRITURACIÓN POR NIVELES Y CASAS EN EL CERRO OESTE																
Molinos				Moletas				Pilones				Morteros				
Niv / W	N Molinos	EA	N Molinos	Niv / W	N Moletas	EA	N Moletas	Niv / W	N Pilones	EA	N Pilones	Niv / W	N Morteros	EA	N Morteros	
I / W	2	EA54	1	I / W	7	EA54	7					I / W	1	EA54	1	
II / W	15	EA10	3**	II / W	64	EA10	18	II / W	5	EA11	1	II / W	6	EA14	2	
		EA13	1			EA11	2			EA15	1			EA15	1	
		EA14	7			EA13	6			EA30	2			EA16	3	
		EA16	2			EA15	*12 (+21)									
		EA30	1			EA30	1									
III / W	5	—		I-II-III / W	4	—										
V / W	1	—		V / W	0	—										
INDET / W	6	—		INDET / W	9	—		INDET / W	2	—						
<i>Total Molinos Cerro oeste</i>	29	<i>Total asociadas a casas cerro oeste</i>	12	<i>Total Moletas Cerro oeste</i>	84	<i>Total asociadas a casas cerro oeste</i>	67	<i>Total Pilones Cerro oeste</i>	7	<i>Total asociadas a casas cerro oeste</i>	4	<i>Total Morteros Cerro oeste</i>	7	<i>Total asociadas a casas cerro oeste</i>	7	

Fig. 3.3.29. Distribución espacial (por casas) y diacrónica (por niveles) del material de molienda y trituración en el cerro Oeste de Jerf el Ahmar. El \* indica que en la casa EA15 del nivel II/W fueron halladas un total de 12 moletas asociadas directamente con la estructura, y otras 21 vinculadas con el nivel de destrucción de la casa; \*\*se conoce la existencia de un cuarto molino en la *casa quemada* EA10 que no ha podido ser incluido en el estudio.

		DISTRIBUCIÓN DEL MATERIAL DE MOLIENDA Y TRITURACIÓN POR TIPOS Y NIVELES JERF EL AHMAR																	
		CERRO ESTE										CERRO OESTE							
		PPNA - PPNB		PPNA II		PPNA I				Indet / E	Total Cerro este	PPNA - PPNB	PPNA II		PPNA I		Indet / W	Total Cerro Oeste	Total Tipos
		_I-_II / E	0-_I / E	0 / E	I / E	II / E	III / E	IV / E	V / E			VI / E	I / W	II / W	III / W	V / W			
TIPOS DE ÚTILES	MOLINOS																		
	1a	2	2	5	17	6	4	2	3	2	4	45	1	6	4	1	3	15	66
	1b			1	4			1				6			1			1	7
	1c		1	10	6	3	1		1		1	23	1	3			1	4	29
	1d	1		2	6	1						10	1	1			1	3	13
	Indet	3	1	5	13	3	2	3		1	2	33		5			1	6	41
	Total fase	10		61		33						3	20	1					
	MOLETAS																		
	1a	5	1	5	24	3	4	4	7		2	55	5	23			4	32	89
	1b			2								2			1			1	3
1c	1	4	3	9	2	1	1	3		1	25	4	19			3	26	52	
1d		1	2	6	1	3	3	5		1	22		11			1	12	35	
Indet	3		4	4	2	2	1	1		2	19	2	10			2	14	35	
Total fase	15		59		43						11	64	0						
PILONES																			
G1	1		1	6	1	1		2			12		1			1	2	14	
G2op	1		2	1	1	1	2				8		2				2	10	
G2ad				1		1				1	3							4	
G2(2op+2ad)			1								1							1	
Indet			1							1	2		1			1	2	5	
Total fase	2		12		9						0	4	0						
Morteros																			
Tipo 1		1									1		2				2	3	
Tipo 2											0		3				3	3	
Mol-Mort												1						1	
Indet				1	1						2		1				1	3	
Total fase	1		1		1						1	6							

Fig. 3.3.30. Distribución del material de molienda y trituración por tipos de artefactos (consultar texto para las definiciones de cada tipo).

	TIPOS MOLINOS HALULA		
	Grupo 1		Grupo 2 / Tipo 2
	Tipo 1a	Tipo 1b	
	N=12	N=8	
<b>Materia Prima</b>	- Basalto litología principal (BC=3; BAV3=6), y un ejemplar de caliza dura ( <i>packstone-wackstone</i> ).	- Bloques de litologías heterogéneas: BAC=1; BAV=3; 2 ejemplares de caliza de grano grueso ( <i>packstone-wackstone</i> ), 2 casos de caliza grano fino ( <i>mudstone</i> ).	- Bloques de litologías heterogéneas: BAC=4; BAV=8; Arenisca=1; Caliza <i>packstone-wackstone</i> =2; y caliza <i>mudstone</i> =1.
<b>Tecnología de fabricación</b>	- Notable inversión en la manufactura: Grados 1 (n=3), 2 (n=4) y 3 (n=1) de modificación del contorno de los útiles, y grados 1 (N=2) y 2 (N=6) de modificación en el reverso. - Preparación de la cara activa (piqueteado) en todos los casos. No hay evidencias de una manufactura intencionada de la concavidad de la cara activa.	- Secuencias técnicas de manufactura heterogéneas: Grado 1 (n=3) y 2 (n=4) de modificación del contorno de los útiles, y grado 1 (n=4) y 2 (n=2) de modificación del reverso. - Preparación de la cara activa (piqueteado) en todos los casos. No hay evidencias de una manufactura intencionada de la concavidad de la cara activa.	- Secuencias técnicas de manufactura heterogéneas: Grado 1 (n=3) y 2 (n=2) de modificación del contorno de los útiles, y grado 1 (n=2) y 2 (n=1) de modificación del reverso. - En los casos observables, piqueteado de preparación de la cara activa.
<b>Variabilidad morfológica y conservación</b>	- Bloques de mayores dimensiones, ejemplares c. 350-450 mm, hasta los más voluminosos llegando a 500mm y 570 mm de largo. Ancho medio 220 mm, grosor 84 mm, prof. media 23,9 mm. - La morfología de los ítems parece ser el resultado de la conjunción entre la forma original del bloque y el proceso de manufactura. - Destacan las formas elípticas y rectangulares en planta. Secciones de las caras activas CV-CV n=6, CV-RT n=2 y CV-CX n=2. Los reversos forma recto n=3, convexa n=8. - Conservación: Enteros=3, Entero frag=6 y frag=3.	- Largo medio 330 mm, ancho medio 250-300 mm, grosor medio 82 mm, prof. media 25,3 mm. - Las formas de los útiles son en gran parte tributarias del proceso de fabricación. - Destacan formas de tendencia circular y rectangular con contornos redondeados. - Secciones de la cara activa cóncavas en ambos ejes, con dos ítems con una concavidad pronunciada (36mm y 41 mm de prof.). Los reversos forma recto n=3, convexa n=4. - Conservación: Enteros=1, Entero frag=2 y frag=5.	- Media del largo máximo conservado 106,9 mm. Grosor medio 42,08 mm. Prof. media 4,7 mm. - Secciones caras activas CV-CV=11 y RT-RT=2. - Los reversos forma recto n=3, convexa n=5. - Todos los ítems se encuentran fracturados.
<b>Funcionalidad</b>	- Todos los ítems con una cara activa destinada a la molienda. Un único caso de molino con una segunda cara activa (HL-4D-2075) en el reverso no utilizada para la molienda, sino para la trituración/mezcla de sustancias. - Las superficies de desgaste cubren toda o casi toda la cara del anverso. - La distribución del desgaste sobre todos los casos sugiere un trabajo en pareja con moletas mediante movimientos de vaivén. - Presencia dudosa de una zona de evacuación de la materia trabajada (molinos de vaivén abiertos) en sólo un molino, HL-1Z'-200. - La naturaleza y la distribución de las trazas de uso se vinculan con la <b>molienda de granos de cereal</b> . - Molinos unifuncionales.	- Todos los molinos unifaciales. - Las superficies de desgaste cubren toda la cara del anverso del útil. - La distribución de tal desgaste sobre todos los casos sugiere un trabajo en pareja con moletas. - Los movimientos circulares son mayoritarios. - Presencia dudosa de una zona de evacuación de la materia trabajada (molinos de vaivén abiertos) en sólo un molino, HL-4H-2102. - El análisis traceológico sugiere dos tipos de superficies: las que se asocian con el <b>procesado de granos de cereal (n=3)</b> ; y por otro lado, las que se asocian al <b>procesado de legumbres como Lenz (n=5) y al descascarillado de cereales vestidos</b> . - Algunos molinos podrían desempeñar un papel multifuncional.	- Un único caso de útil con doble cara activa opuesta (HL-38-2016), probablemente utilizada como útil superior (moleta). - Extensión de las superficies activas indeterminada (alto grado de fracturación). - La distribución de las trazas de uso, así como morfología de la cara activa sugieren un trabajo individual (útiles repercutores sin asociación con útiles superiores), realizando una abrasión directa contra la materia a trabajar. - <b>G2b (n=7). Procesado de sustancias o bien abrasivas (minerales: pigmentos y rocas), o bien de composición grasienta u oleaginosa (pieles; carne; frutos, como la almendra).</b> - <b>G2c (n=4). Procesado de materias minerales.</b> - Carácter multifuncional.
<b>Episodios de reavivado</b>	- Secuencias de reavivado -piqueteado de la superficie activa- en tres molinos (HL-4H-2099, HL-2H-2051; HL, 4EF-2119).	- Secuencias de reavivado - piqueteado de la superficie activa- en un caso (HL-2H-2052).	- No se observan.
<b>Reutilización</b>	- Utilización de una segunda superficie activa circular para la percusión lanzada/apoyada circular (HL-4D-2075), situada en el reverso del molino.	- No se observan.	- Posibles reutilizaciones de útiles de molienda del grupo 1 desechados por desgaste o por fractura, y destinados a otros usos como la abrasión o el pulido de otros objetos (n=10).

Fig. 3.3.31. Caracterización tecnológica y funcional de los molinos de tell Halula.

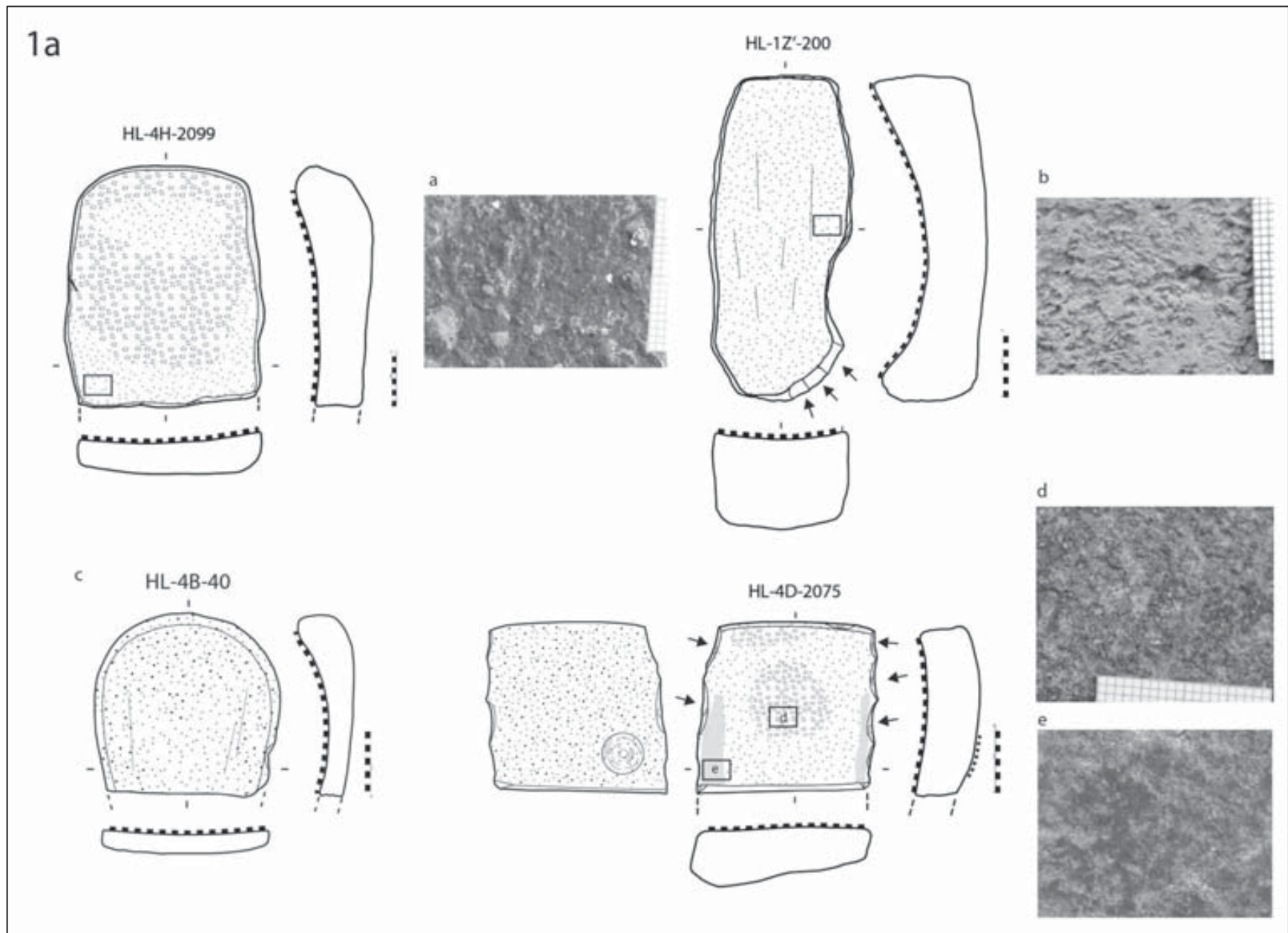


Fig. 3.3.32. Ejemplos de molinos tipo 1a de tell Halula. Topografías: a y b, homogeneización lisa; d, piqueteado; e, pulido leve a causa de la fricción con el útil superior. Las flechas alrededor del contorno de los ítems indican extracciones por talla (manufactura).

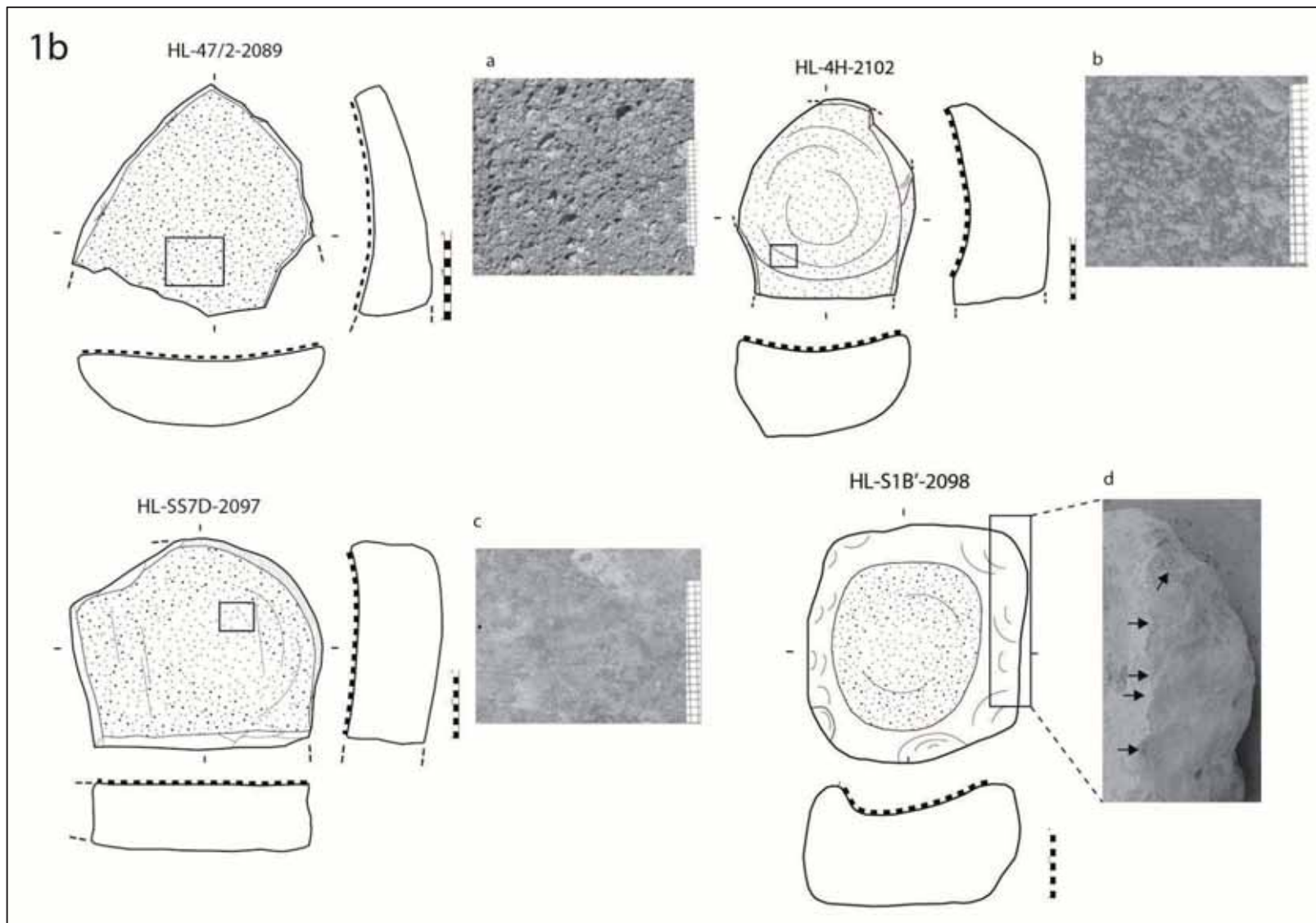


Fig. 3.3.33. Ejemplos de molinos tipo 1b de tell Halula. Topografías: a, homogeneización rugosa; b y c, homogeneización lisa; d, flechas indicando extracciones por talla en el contorno (manufactura).

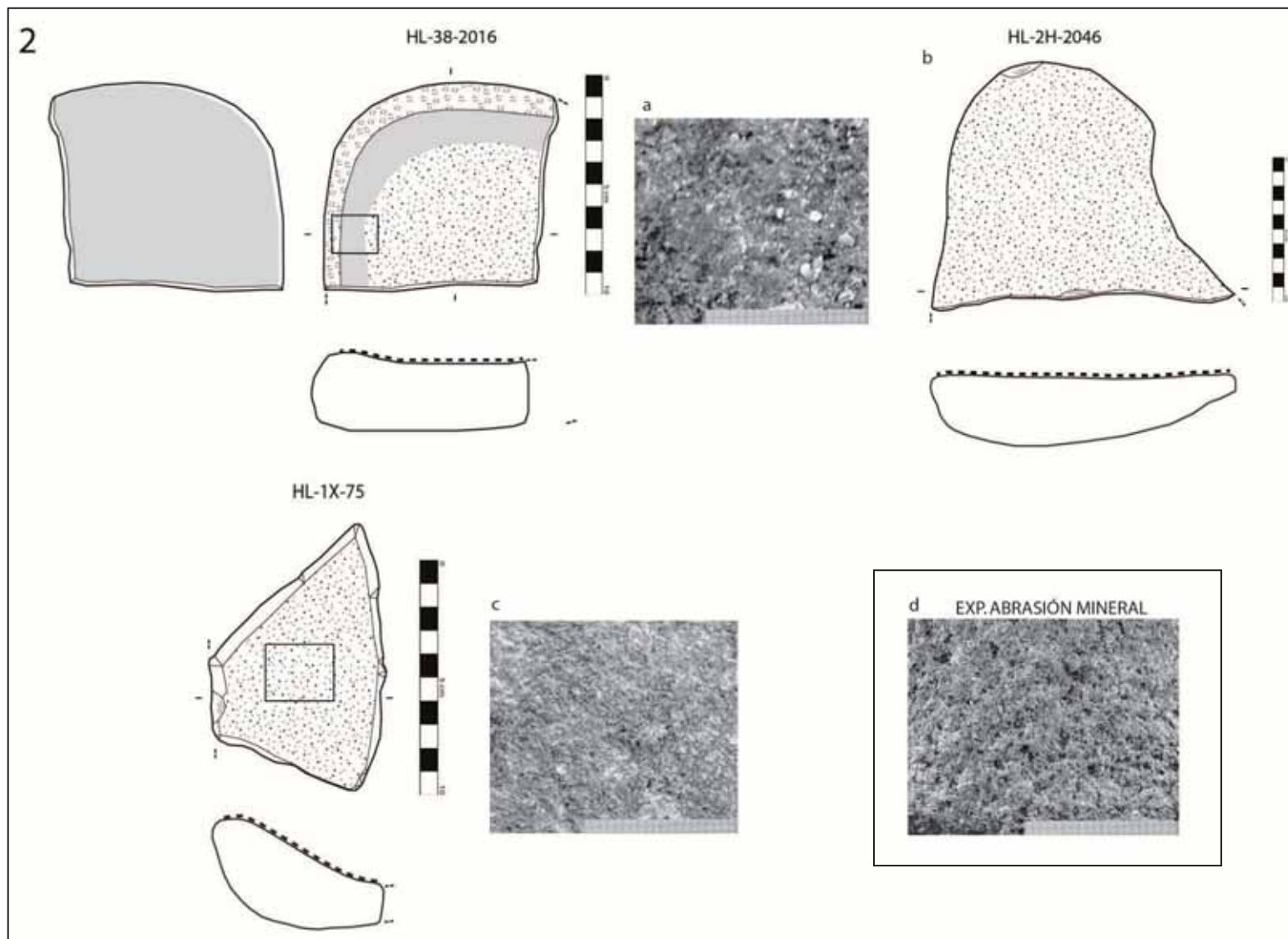


Fig. 3.3.34. Ejemplos de molinos tipo 2 de tell Halula. Topografías: a, pulido; c, homogeneización rugosa; d, superficie experimental (exp.3.1 abrasión de piedra caliza).

DESCRIPCIÓN TRAZAS Molinos tipo 1a (Nivel de observación 2)								
Trazas lineales	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Incidencia</u>	<u>Orientación</u>	<u>Grosor</u>	<u>Longitud</u>	<u>Morfología longitudinal</u>	<u>Morfología transversal</u>
	Dispersa	Cercana	Profunda	Longitudinal	>0,5mm	Corta	Intermitente	-U
Nivelado	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Incidencia</u>	<u>Morfología</u>	<u>Textura</u>			
	Concentrada(d)	Conectada	Topografía alta	Sinuosa(d)	Rugosa(d)			
Pulido	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Reflectividad</u>	<u>Incidencia</u>				
	Concentrada	Conectada	Baja	Topografía alta				
Fosillas y extracción granos	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Orientación</u>	<u>Profundidad</u>	<u>Forma</u>	<u>Sección</u>		
	Cubriente(d)	Conectada	Longitudinal	Amplia	Irregular	-U		
Fracturas	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Orientación</u>	<u>Profundidad</u>				
	Cubriente	Conectada	Longitudinal	Superficial				
Redondeamiento de granos	Presencia							

Fig.3.3.35. Tabla resumen de la descripción de las trazas del tipo 1a de molinos (nivel de observación 2, Patrón 1a). En los casos en los que se observa una diversidad de resultados se destaca el valor dominante (d).

DESCRIPCIÓN TRAZAS Molinos grupo 2 Patrón 2b (Nivel de observación 2)					
Trazas lineales	Ausencia				
Nivelado	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Incidencia</u>	<u>Morfología</u>	<u>Textura</u>
	Cubriente	Conectada	Topografía alta	Plana	Lisa
Pulido	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Reflectividad</u>	<u>Incidencia</u>	
	Cubriente	Conectada	Baja	Topografía alta	
Fosillas y extracción granos	Ausencia				
Fracturas	Ausencia				
Redondeamiento de granos	Presencia				

Fig.3.3.36. Tabla resumen de la descripción de las trazas del tipo 2 de molinos (nivel de observación 2, Patrón 2b).

DESCRIPCIÓN TRAZAS Molinos G2 Patrón 2c (Nivel de observación 2)						
Trazas lineales	Ausencia					
Nivelado	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Incidencia</u>	<u>Morfología</u>	<u>Textura</u>	
	Disperso	Separada	Topografía alta	Sinuosa	Rugosa	
Pulido	Ausencia					
Fosillas y extracción granos	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Orientación</u>	<u>Profundidad</u>	<u>Forma</u>	<u>Sección</u>
	Cubriente	Conectada	Aleatoria	Amplia	Irregular	-U
Fracturas	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Orientación</u>	<u>Profundidad</u>		
	Cubriente	Conectada	Aleatoria	Superficial		
Redondeamiento de granos	Presencia					

Fig.3.3.37. Tabla resumen de la descripción de las trazas del grupo 2 de molinos (nivel de observación 2, Patrón 2c).

	TIPOS MOLETAS HALULA		
	Grupo 1		Grupo 2
	1a	1b	
	N=29	N=3	N=14
<b>Materia prima y soporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bloques de litología variadas, destacan los basaltos vesiculares (n=15) y las calizas de grano medio-grueso (<i>packstone</i>=9). Otras rocas minoritarias son la caliza de grano fino (<i>mudstone</i>=1); caliza indet. (n=1); arenisca (n=1); basalto compacto (n=1) y cuarcita (n=1).</li> <li>- Los soportes de basalto y del resto de litologías (excepto las calizas) corresponden a cantos de río (aprovisionamiento a partir de depósitos secundarios). Las calizas, a pesar de la modificación debido al proceso de manufactura, se elaboran a partir de soportes de afloramientos primarios locales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 ejemplares sobre BAV2 y 1 caso de caliza grano fino <i>mudstone</i>.</li> <li>- Aprovechamiento de bloques de basalto a partir de cantos fluviales, y posible fragmento o pequeño bloque de caliza procedente de afloramiento primario local.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soportes a partir de cantos de basalto vesicular (n=13) y un ejemplar en BAC.</li> <li>- Aprovechamiento de bloques de basalto a partir de cantos fluviales procedentes de depósitos secundarios.</li> </ul>
<b>Tecnología de fabricación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notable inversión en la manufactura de los ítems.</li> <li>- Preparación de la cara activa (picketado) en todos los casos.</li> <li>- Grados de modificación 1 (n=4), 2 (n=19) y 3 (n=4) del contorno. Grados de modificación 1 (n=3), 2 (n=20) y 3 (n=4) del reverso del ítem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparación de la cara activa (picketado) en los tres casos.</li> <li>- Grados de modificación de los ítems: HL-1B'-34 grado 2 en contorno y grado 3 en reverso; HL-2D-19 grado 1 en el contorno y grado 2 en el reverso; HL-30AH-40 grado 1 en el contorno y grado 3 en el reverso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En los casos observables, picketeado de preparación de la cara activa (n=4). En los demás casos, la intensidad de las trazas de uso (pulidos) ha podido eliminar posibles fosillas de picketeado preparatorio de la cara activa.</li> <li>- Las trazas de manufactura residuales corresponden al anterior uso como moletas del grupo 1. No hay diferencias significativas.</li> </ul>
<b>Variabilidad morfo-métrica y conservación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Largo medio 225,2mm, ancho medio 131,8mm y grosor medio 54,6 mm.</li> <li>- Dominan las formas elípticas/ovales (n=28), excepto un caso rectangular.</li> <li>- Las morfologías en sección de la cara activa son convexo-convexas (n=13), recto-convexas (n=9), cóncavo-convexa (n=5) y cóncavo-recta (n=1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Largo medio 145,3mm, ancho medio 106,7mm y grosor medio 44,7 mm.</li> <li>- Formas en planta oval (n=2) y trapezoidal (n=1).</li> <li>- Secciones de la cara activa son convexo-convexa (n=2) y recto-convexa (n=1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los ítems fracturados y reutilizados posteriormente.</li> <li>- Métrica conservada: Largo medio 104,3 mm y grosor medio 37,4 mm.</li> <li>- Formas en planta indeterminadas (alta fragmentación). La comparación con las formas del grupo 1 sugiere que probablemente se trate de antiguas moletas 1a o 1b fracturadas y reaprovechadas. Las formas en sección destacan sobre todo las recto-convexas (n=4), y recto-rectas (n=3).</li> </ul>
<b>Funcionalidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los ítems unificiales, excepto un caso dudoso de doble cara activa.</li> <li>- La distribución de las huellas de uso sobre todos los casos denota un trabajo en pareja sobre molinos.</li> <li>- Las características morfométricas de los útiles sugieren un manejo/prensión mayoritariamente mediante dos manos.</li> <li>- Movimientos de vaivén exclusivamente.</li> <li>- Cinco moletas han funcionado con molinos CX en sección transversal, y con anchuras inferiores a la longitud máxima de estas moletas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los ítems son unificiales.</li> <li>- La distribución de las huellas de uso sobre todos los casos sugiere un trabajo en pareja probablemente sobre molinos.</li> <li>- El manejo a partir de una única mano parece mayoritario (ítems de pequeñas dimensiones).</li> <li>- Los movimientos circulares son mayoritarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los ejemplares son unificiales excepto un ítem con cara activa para la abrasión/pulido en el reverso.</li> <li>- Caras activas con plataformas de homogeneización muy desarrolladas, generando pulidos muy extensos, en principio difíciles de asociar con un trabajo en pareja (molino-moleta). Sin embargo, el proceso de manufactura no difiere del observado en el grupo 1 de moletas (→reutilización).</li> </ul>
<b>Episodios de reavivado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En diversos casos se observan fosillas de reavivado intensas (HL-1-320; HL-1C-20; HL-1Z'-195).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El desgaste de la superficie activa dificulta la identificación de trazas de reavivado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se observan con claridad.</li> </ul>
<b>Reutilización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- HL-1-152: morfología en planta inusual (cuadrangular) que podría indicar una reutilización del útil con posterioridad a una fractura. HL-4B-29: posible reutilización para otras funciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moleta HL-2D-19 reutilizada en actividades de abrasión/pulido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procesos de reutilización constante a partir de fragmentos de otros útiles (sobre todo a partir del patrón de fractura tipo 6).</li> </ul>

Fig.3.3.38. Caracterización tecnológica y funcional de las moletas de tell Halula.



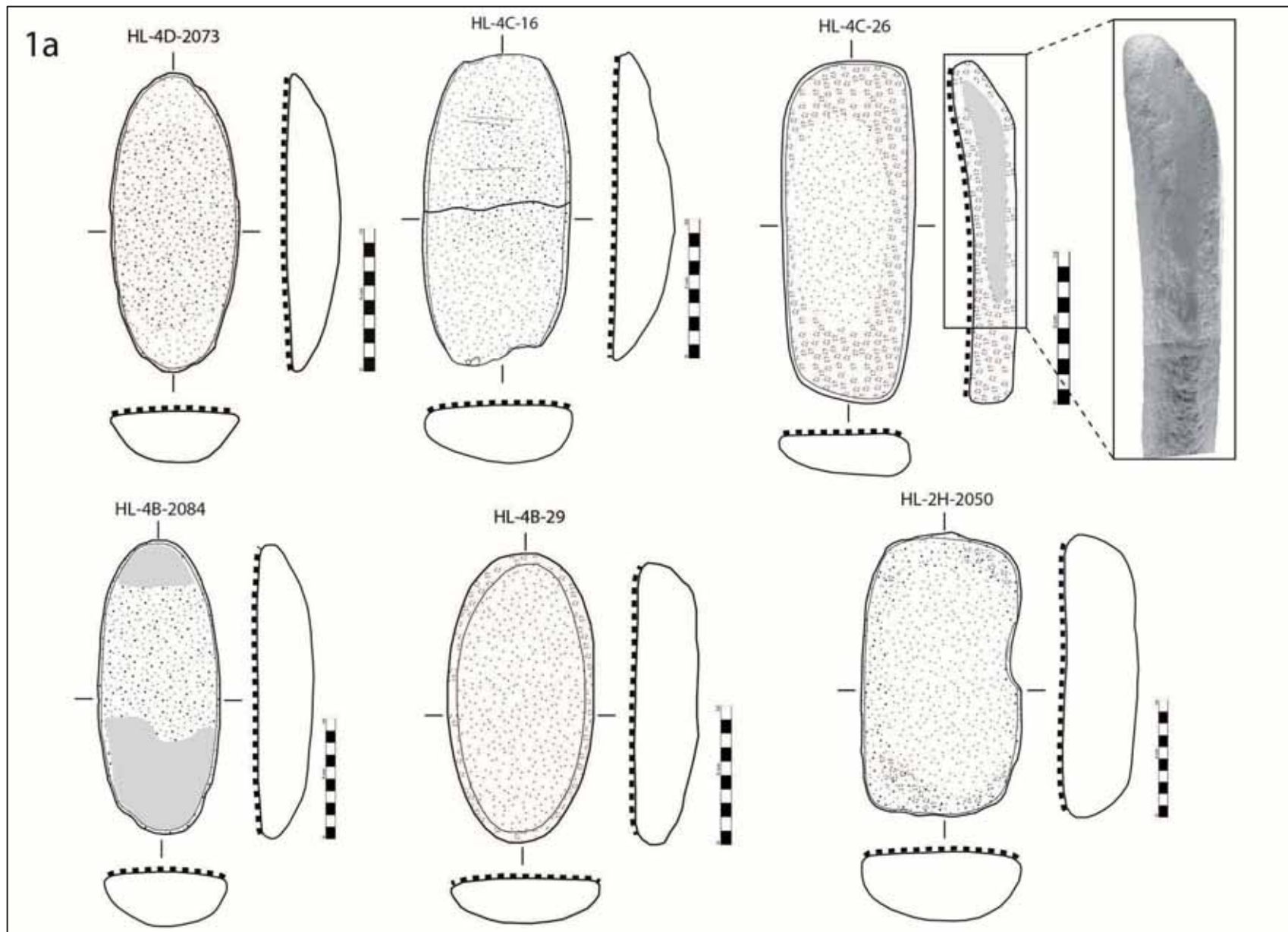


Fig.3.3.39. Ejemplos de moletas tipo 1a de tell Halula. HL-4C-26, zoom de las trazas de manufactura del contorno, piqueteado y abrasión.

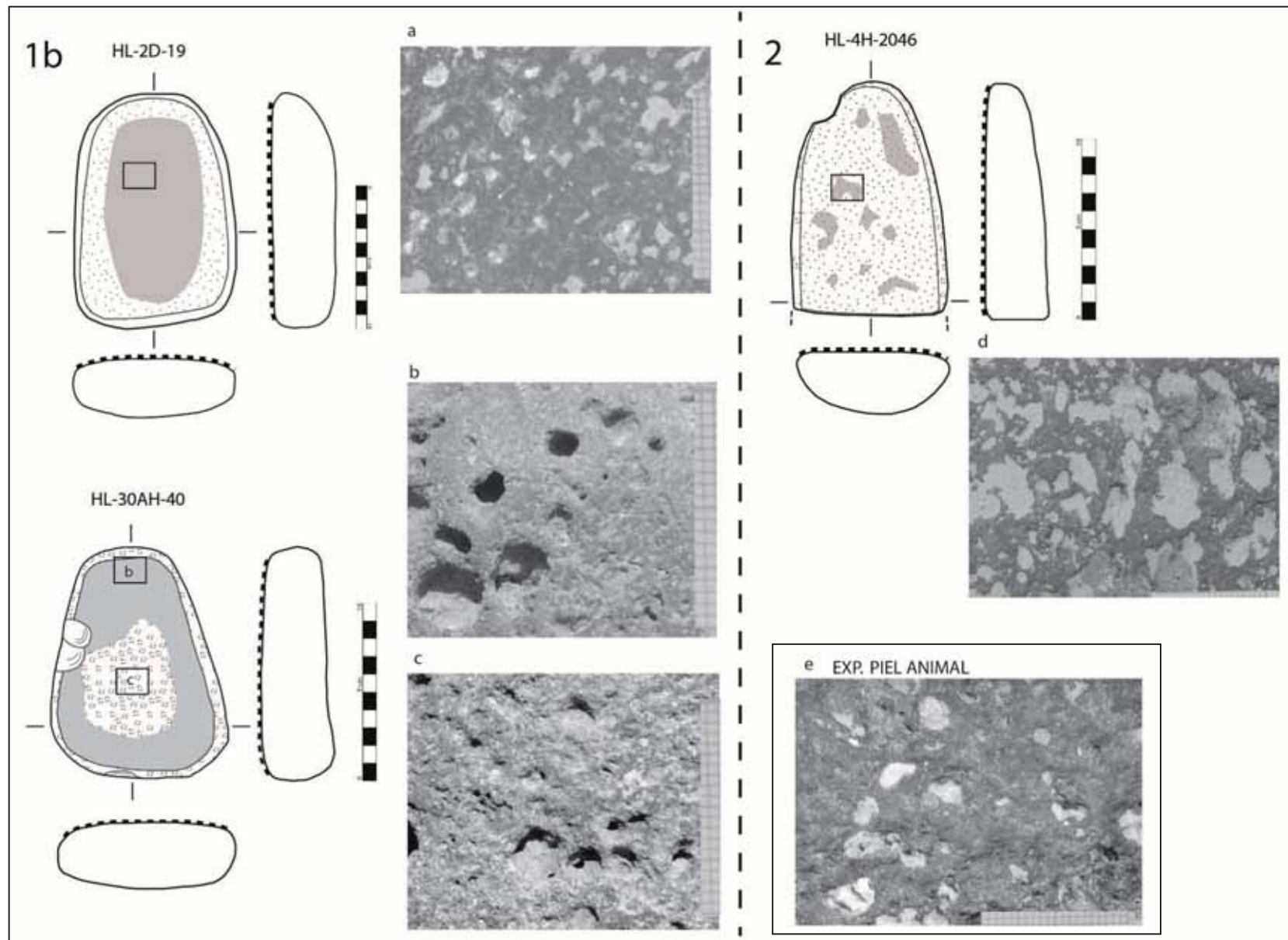


Fig.3.3.40. Ejemplos de moletas tipo 1b y tipo 2 de tell Halula. Topografías: a, b y d, pulido; c, piqueteado; e, superficie experimental (exp.4.3. limpieza piel animal).

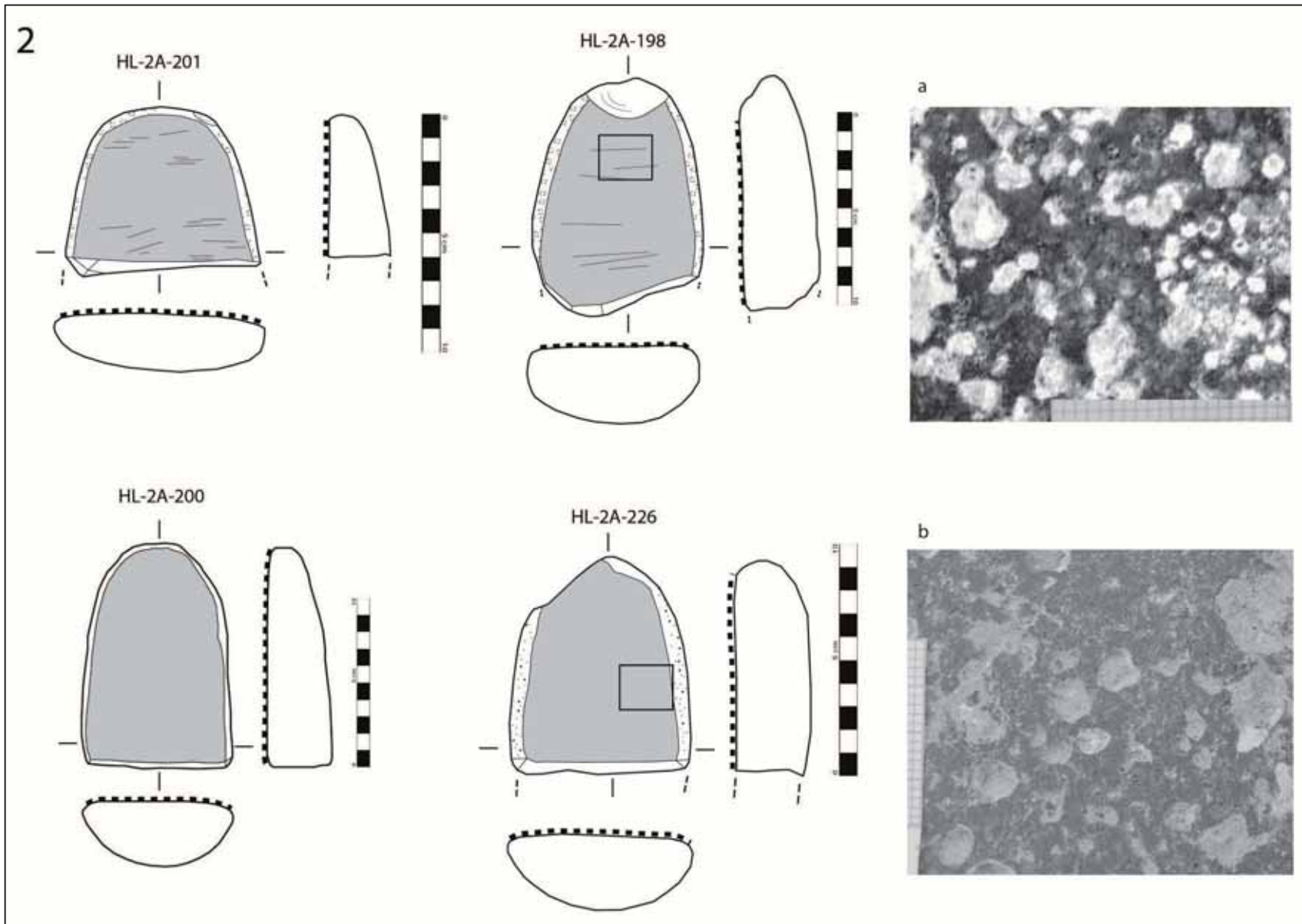


Fig.3.3.41. Conjunto de moletas tipo 2 con patrón de trazas de uso 2b de tell Halula. Topografías: a, pulido con estrías cortas (orientación transversal); b, pulido.

DESCRIPCIÓN TRAZAS Moletas tipo 1a (Nivel de observación 2)								
Trazas lineales	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Incidencia</u>	<u>Orientación</u>	<u>Grosor</u>	<u>Longitud</u>	<u>Morfología longitudinal</u>	<u>Morfología transversal</u>
	Dispersa	Separada	Profunda	Transversal	>0,5mm	Corta	Intermitente	-U
Nivelado	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Incidencia</u>	<u>Morfología</u>	<u>Textura</u>			
	Cubriente	Conectada	Topografía alta	Sinuosa(d)	Rugosa(d)			
Pulido	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Reflectividad</u>	<u>Incidencia</u>				
	Concentrada	Separada	Baja	Topografía alta				
Fosillas y extracción granos	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Orientación</u>	<u>Profundidad</u>	<u>Forma</u>	<u>Sección</u>		
	Cubriente(d)	Conectada	Aleatoria	Amplia	Irregular	-U		
Fracturas	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Orientación</u>	<u>Profundidad</u>				
	Cubriente	Conectada	Transversal	Superficial				
Redondeamiento de granos	Presencia							

Fig.3.3.42. Tabla resumen de la descripción de las trazas del tipo 1a de moletas (nivel de observación 2). En los casos en los que se observa una diversidad de resultados se destaca el valor dominante (d).

DESCRIPCIÓN TRAZAS Moletas grupo 2 Patrón 2b (Nivel de observación 2)								
Trazas lineales	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Incidencia</u>	<u>Orientación</u>	<u>Grosor</u>	<u>Longitud</u>	<u>Morfología longitudinal</u>	<u>Morfología transversal</u>
	Dispersa	Cercana	Superficial	Aleatoria	<0,5mm	Corta	Continua	-V
Nivelado	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Incidencia</u>	<u>Morfología</u>	<u>Textura</u>			
	Cubriente	Conectada	Topografía baja(d)	Plana	Lisa			
Pulido	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Reflectividad</u>	<u>Incidencia</u>				
	Cubriente	Conectada	Media	Topografía alta				
Fosillas y extracción granos	Ausencia							
Fracturas	Ausencia							
Redondeamiento de granos	Presencia							

Fig.3.3.43. Tabla resumen de la descripción de las trazas del tipo 2 de moletas con patrón de desgaste 2b (nivel de observación 2). En los casos en los que se observa una diversidad de resultados se destaca el valor dominante (d).

DESCRIPCIÓN TRAZAS Moletas Grupo 2 Patrón 2c (Nivel de observación 2)								
Trazas lineales	Ausencia							
Nivelado	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Incidencia</u>	<u>Morfología</u>	<u>Textura</u>			
	Disperso	Separada	Topografía alta	Sinuosa	Rugosa			
Pulido	Ausencia							
Fosillas y extracción granos	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Orientación</u>	<u>Profundidad</u>	<u>Forma</u>	<u>Sección</u>		
	Cubriente	Conectada	Aleatoria	Amplia	Irregular	-U		
Fracturas	<u>Distribución</u>	<u>Densidad</u>	<u>Orientación</u>	<u>Profundidad</u>				
	Cubriente	Conectada	Aleatoria	Superficial				
Redondeamiento de granos	Presencia							

Fig.3.3.44. Tabla resumen de la descripción de las trazas del tipo 2 de moletas con patrón de desgaste 2c (nivel de observación 2). En los casos en los que se observa una diversidad de resultados se destaca el valor dominante (d).

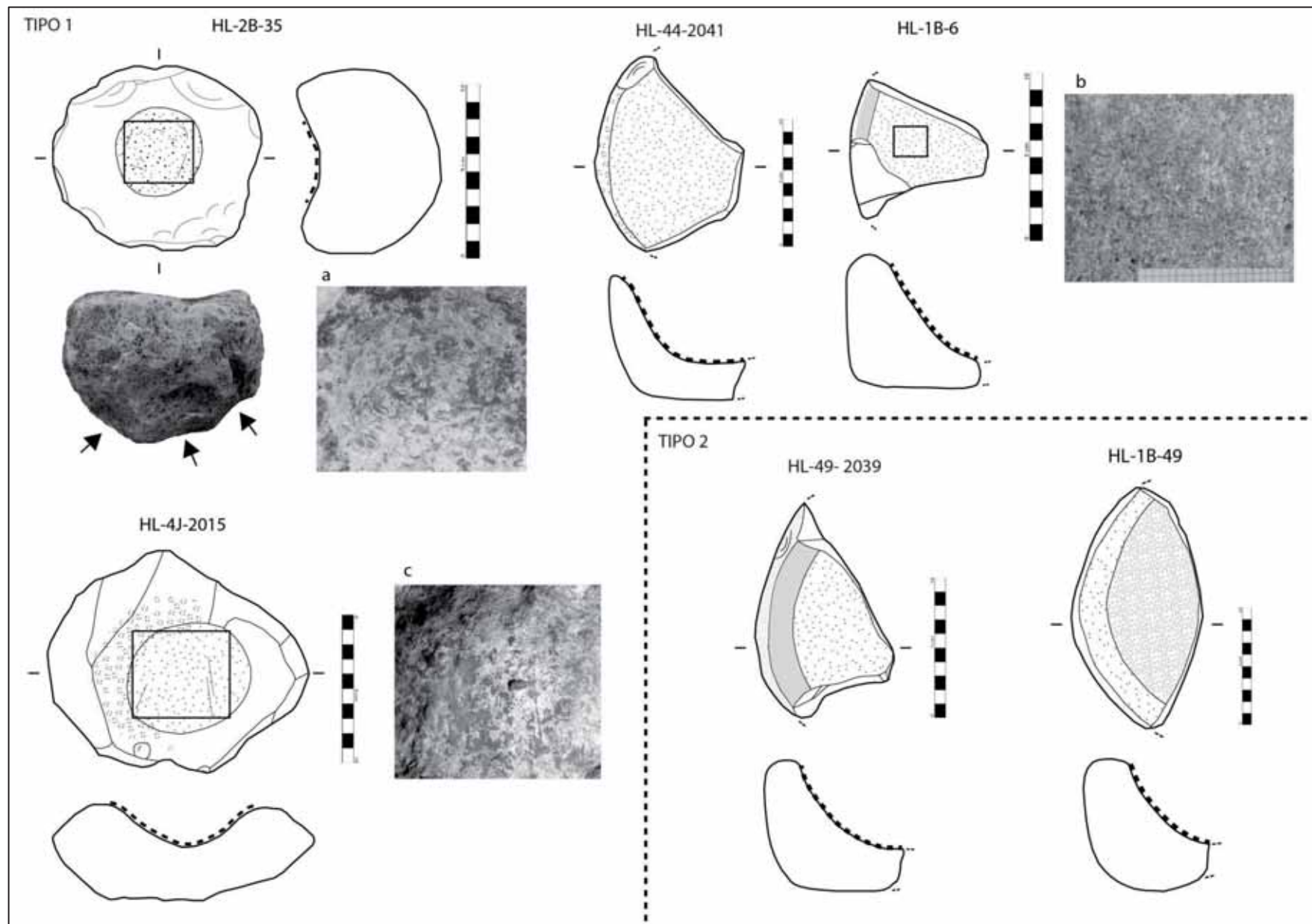


Fig.3.3.45. Ejemplos de morteros tipo 1 y tipo 2 de tell Halula. Topografías: a, homogeneización rugosa con estrías concéntricas; b, homogeneización lisa; c, homogeneización lisa con algunas estrías (orientación oblicua). Las flechas alrededor de la base indican extracciones por talla (manufactura).

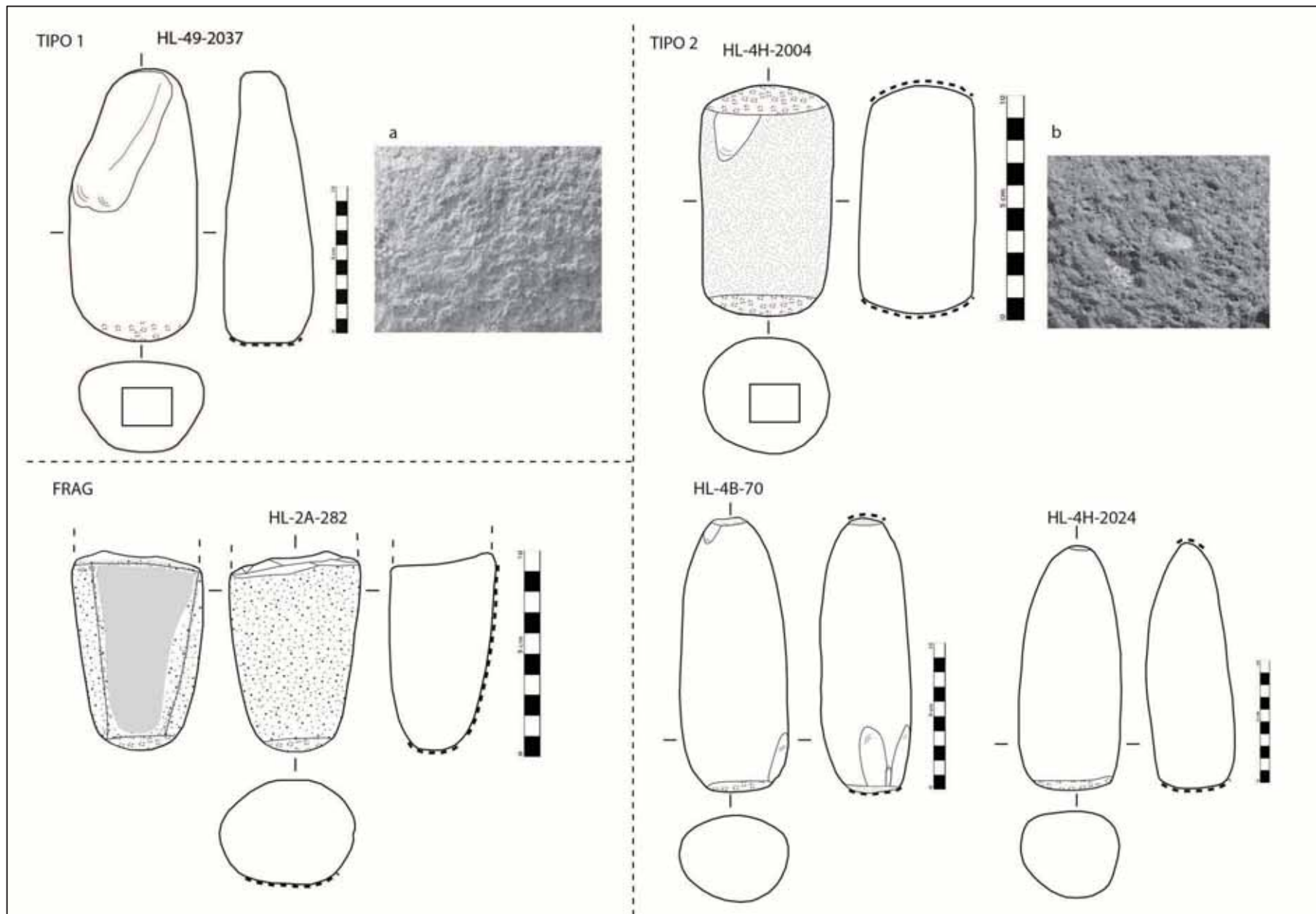


Fig.3.3.46. Ejemplos de pilones tipo 1, tipo 2 y grupo fracturado (*Frag*) de tell Halula. Topografías: a, fosillas de impactos; b, fosillas de impactos y pequeñas zonas de homogeneización lisa.

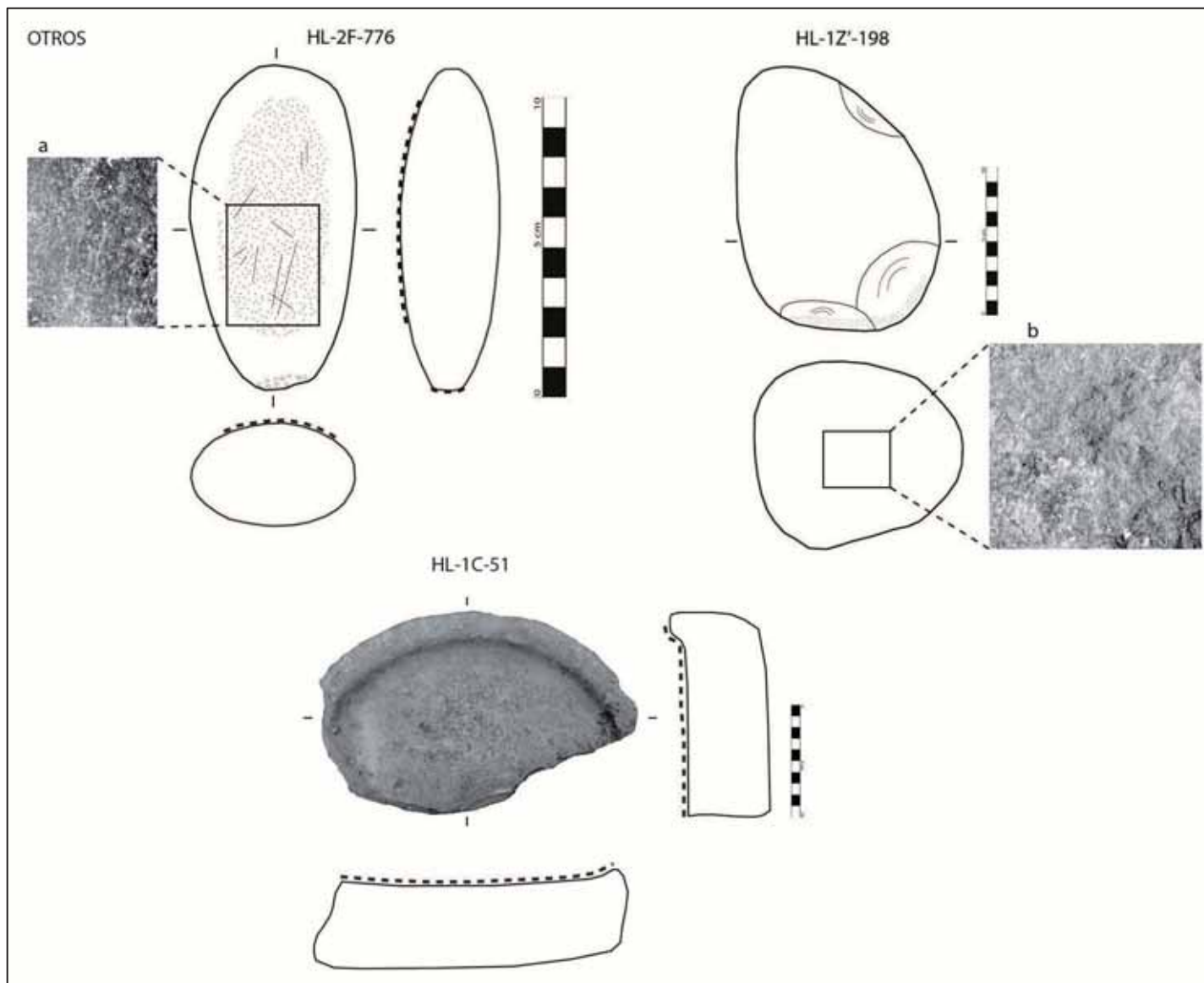


Fig.3.3.47. Ejemplos de la categoría de útiles denominada *Otros* de tell Halula: canto trabajado HL-2F-776 (a, trazas de homogeneización lisa con estrías oblicuas), machacador HL-1Z' -198 (b, fosillas de impactos) y bandeja con superficie activa pulida HL-1C-51.

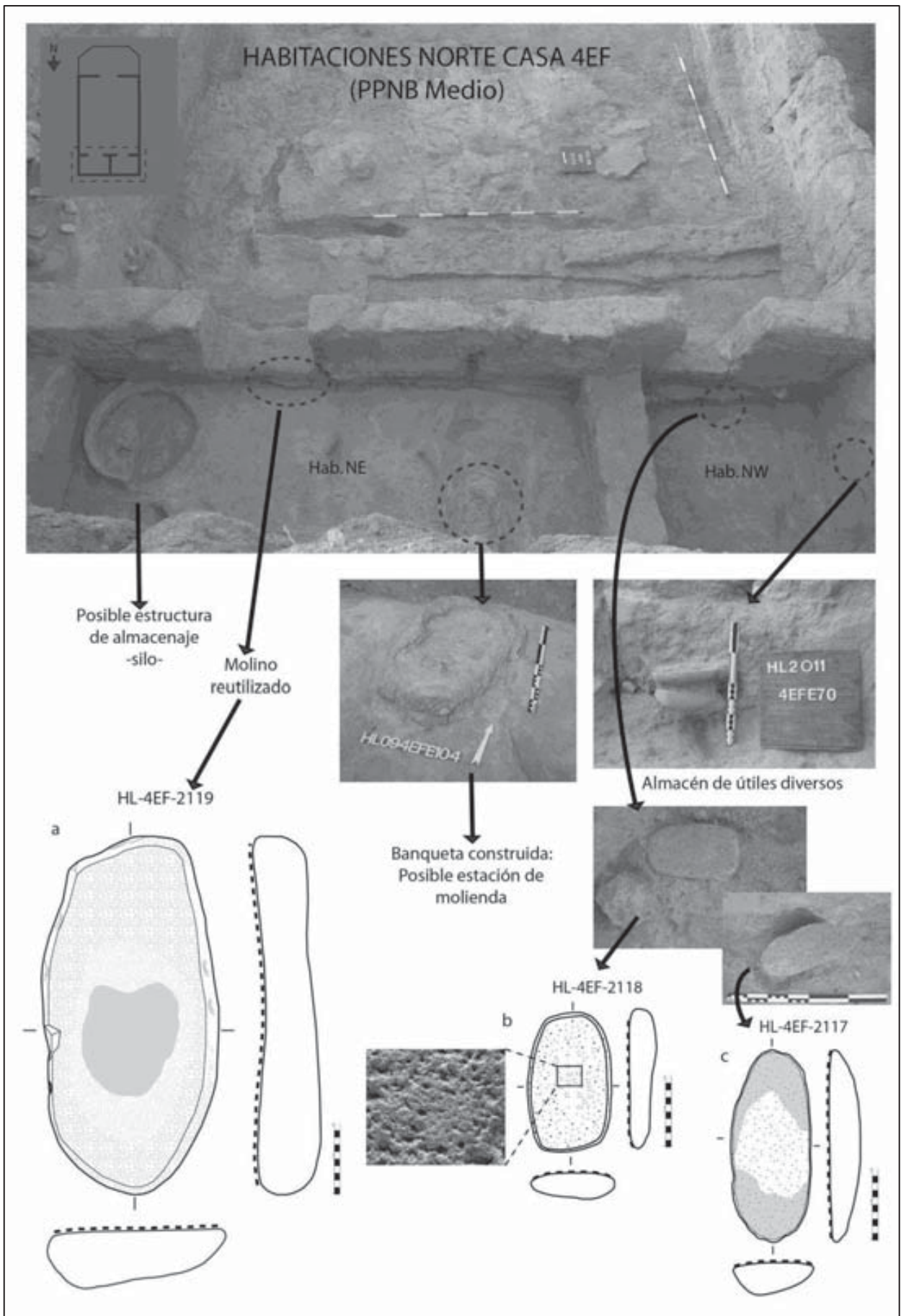


Fig.3.3.48. Contexto singular en la casa EFD (cuadro 4EF, Fase de ocupación 10, PPNB Medio) de tell Halula. En la habitación NE apareció el molino HL-4EF-2119 (a) reutilizado en el peldaño de la puerta de acceso y una posible banqueta para la molienda (4EFE104). Un conjunto de moletas (b, HL-4EF-2118; c, HL-4EF-2117) fueron halladas en la habitación anexa (NW). Fotos SAPPO/UAB.



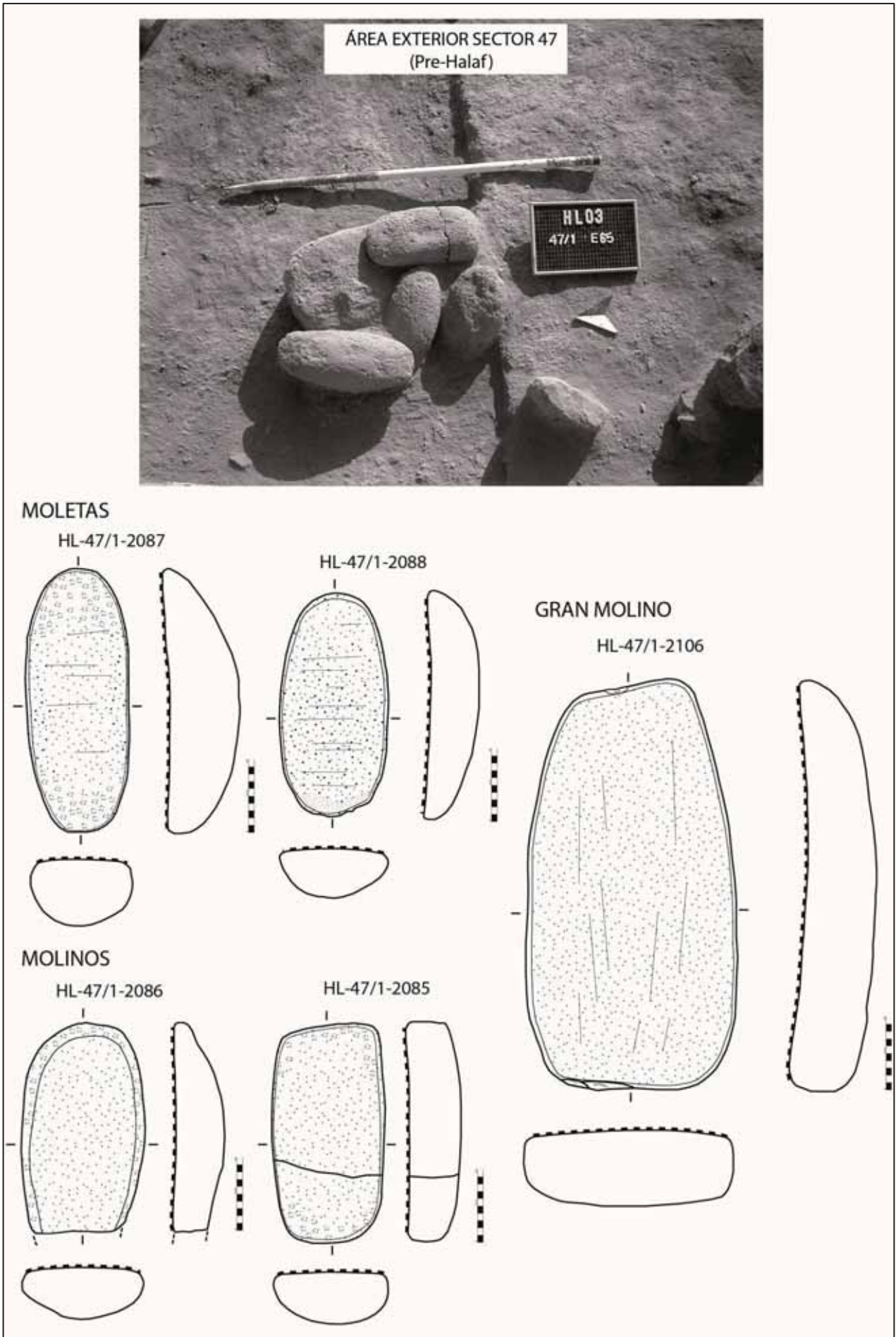


Fig.3.3.49. Agrupación de útiles de molienda en una zona exterior del sector 47 de tell Halula (Pre-Halaf). Foto SAPPO/UAB.

MATERIA PRIMA TELL ASWAD																		
MATERIA PRIMERA				CATEGORÍAS ÚTILES														
Tipo	Clasificación			Molinos		Moletas		Morteros		Pilones		Útil Molienda Indet		Restos de fabric. / Otros		Total		Total tipo de roca
				N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	%
Rocas ígneas	Efusiva / Volcánicas	Basalto	BAC	16	72,7	4	7,0	2	50	7	31,8	3	37,5	4	66,7	36	30	94
			BAV (V1)	3	13,6	12	21,1			7	31,8	3	37,5			25	21	
			BAV (V2)			19	33,3			3	13,6					22	18	
			BAV (V3)	2	9,1	13	22,8			1	4,5					16	13	
		Pumita			7	12,3	1	25			2	25			10	8		
	Intrusiva / Plutónica	Gabro	1	4,5	1	1,8	1	25							3	3		
Rocas sedimentarias		Caliza							4	18,2					4	3	3	
Varia		Indet			1	1,8							2	33,3	3	3	3	
		Total	22		57		4		22		8		6		119			

Fig. 3.3.50. Distribución absoluta y porcentual de la materia prima de los útiles de molienda y trituración según categoría de útil.

MATERIAL MACROLÍTICO ESTUDIADO POR de CONTENSON (1995)

MATERIA PRIMA	TIPO DE ÚTIL	SONDEO	NIVEL							Total útiles por sondeo	Total tipo de útil	Total útiles por MP (%)	
			IA	IB	IIB1	IIB2	IIB3	IIB4	IIB5				IIB6
BASALTO	Molino	OESTE			2frags						2	56 (40,3%)	
		ESTE			3frags	3frags	2frags	1frag	3frags		12		
	Moleta	OESTE		1frag									8
		ESTE			1frag	4frags			2frags		7		
	Pilon	OESTE											3
		ESTE					2frags		1frag		3		
	Mortero	OESTE											2
		ESTE							2frags		2		
	Pulidor	OESTE				1discoide					1		4
		ESTE							3frags		3		
Canto/Broyeur (machacador)	OESTE										1		
	ESTE						1broyeur			1			
Bloque con cúpula/yunque	OESTE					1				1	1		
	ESTE						1			1			
Bola/percutor/machacador	OESTE	1 con ocre (IA2)			1	3		2		6	11		
	ESTE						1	3		4			
Hacha	OESTE	2posibles hachas (IA4 y IA8)	1+1 posible hacha								4		
	ESTE												
Paleta (BAV)	OESTE	1(IA8)			1					1	8		
	ESTE				2			2+1con ocre	1	6			
CALIZA	Pilon	OESTE									1	24 (17,3%)	
		ESTE						1frag		1			
	Percutor discoide	OESTE									1		
		ESTE							1		1		
	Hacha-Herminette	OESTE				1herminette+ 1frag hacha					2		4
		ESTE							2frags		2		
	Canto (caliza dura) útiles varios	OESTE				1disco+1afilador+ 1rascador					3		11
ESTE					5frags tallados	1frag tallado	1útil pulido		1frag soporte	8			
Recipiente pulido (caliza blanda)	OESTE				2godets					2	6		
	ESTE					1godet	1 frag borde bol		2frags borde bol	4			
Objeto perforado (caliza blanda)	OESTE					1disco				1	1		
	ESTE												
DIVERCASSAS	Afilador con ranura	OESTE				1calcita				1	3		
		ESTE			1esteatita		1cuarzo			2			
	Hacha-Herminette	OESTE						1frag hacha (piedra verde)			1	2	
		ESTE							1frag micro-herminette (piedra negra)		1		
	Percutor-Pilon-Losa con cúpula	OESTE			1percutor sílex	1percutor sílex					2	5	
		ESTE			1frag pilon+ llosa con cúpula (gres)		1percutor calcita				3		
Pequeños cantos pulidos (función indet.)	OESTE			1canto pulido CA	3cantos pulidos BA +26 cantos pulidos CA					30	49		
	ESTE			3cantos pulidos CA	5cantos pulidos CA	6cantos pulidos CA	1canto pulido CA	1bola BA+ 2bolas CA	1canto pulido CA	19			
Total útiles por nivel			4	3	25	55	16	6	28	2			
Total útiles											139		

Fig.3.3.51. Tabla resumen de los materiales macrolíticos estudiados por de Contenson (1995:125-128). No se han incluido en esta tabla los materiales en superficie, ni los objetos tipo cilindros pulidos, figurinas, etc., los cuales no guardan ninguna relación con actividades de molienda, abrasión o trituración. BA=Basalto; CA=Caliza.

	TIPOS MOLINOS ASWAD	
	Grupo 1	Grupo 2
	Tipo 1a	
	N=4	
	N=12	
<b>Materia Prima</b>	- Bloques de BAC (n=1) y BAV (n=3).	- Bloques de BAC (n=10), BAV1 (n=1) y gabro/dolerita (n=1).
<b>Tecnología de fabricación</b>	- Grados 1, 2 y 3 de modificación del contorno de los útiles, y grados 0, 1 y 2 de modificación en el reverso. El reverso es modificado en dos casos para obtener un perfil regular recto. En los otros dos casos, los reversos se encontraban regularizados de manera natural. - Todas las superficies activas preparadas mediante piqueteado. En un caso excepcional (AW117), la concavidad de la cara activa fue manufacturada, al igual que los laterales redondeados y alisados, y el extremo superior dispone de una depresión adicional.	- Poca o nula inversión en la manufactura de los ítems. Se registran grados 0 y 1 de modificación del contorno, y grado 0 de modificación del reverso. Morfologías rectas en el reverso derivadas del bloque original de materia prima.
<b>Variabilidad morfométrica y conservación</b>	- Bloques de basalto de gran volumen, presentan las mayores dimensiones de todo el conjunto artefactual (máx. Long=430-435 cm). - Las formas de los útiles son, en gran parte, tributarias del proceso de fabricación. Planta de tendencia lenticular/oval, excepto AW117 de planta rectangular. Todos con base o reverso recto. - Secciones de la cara activa siempre cóncavas en ambos ejes (AW16 poca profundidad), y dos ítems con concavidades bastante pronunciadas AW5 (19mm prof.) y AW117 (94mm prof.). - Conservación: enteros (n=3) o enteros frag. (n=1).	- Longitudes máximas por debajo de la media aritmética del conjunto de molinos ( $\bar{x}$ =311 mm), excepto dos casos de ítems con mayor longitud (AW21, AW78). - Soportes de basalto de morfologías variadas e indeterminadas, sin apenas modificar, preservando las caras y fracturas presentes en el bloque original. - Destacan 3 formas de tendencia triangular (AW11, AW47, AW49). Las caras activas son planas en sección en todos los casos, excepto AW21 de sección cóncava (prof. 20 mm). - Conservación: Enteros (n=6); enteros fract. (n=4) y fracturados (n=2).
<b>Funcionalidad</b>	- Las superficies de desgaste cubren toda o casi toda la cara del anverso del útil. Todos son útiles con una única cara activa para la molienda. - La distribución de las superficies de desgaste y la morfología de las caras activas indican un trabajo en pareja con moletas. - Gestos técnicos: movimientos de vaivén dominantes, excepto en las superficies adicionales de AW16 y AW117 utilizadas como receptoras de una percusión lanzada de poca intensidad. - La distribución y el tipo de trazas de uso observadas se relacionan con el <b>procesado de granos de cereal</b> . Los ítems AW5, AW72 y AW117 presentan superficies de molienda, mientras que la superficie activa de AW16 se vincula más a un proceso de descascarillado de cereales vestidos o el procesado de legumbres tipo <i>Lens</i> . - Se observa en dos casos seguros (AW72, AW117) y en un tercero probable (AW5) la habilitación de una zona de evacuación de la materia trabajada (molinos de vaivén abiertos).	- 4 casos de útiles con doble cara activa opuesta (reverso y anverso). - Dominan las caras activas en ocasiones de extensión reducida (sin utilizar toda la superficie disponible), con límites y formas difusas. - La distribución de las trazas de uso, así como la morfología de la cara activa, sugieren un trabajo individual (son útiles repercutores sin asociación con útiles superiores), realizando una abrasión directa contra la materia a trabajar. Las excepciones son un ejemplo que sugiere movimiento de vaivén con moleta asociada (AW21); y otro asociado a movimiento circular (AW11, AW78). - Patrones de trazas de uso: <b>G2b</b> , superficies pulidas (AW11, AW49) y alisadas (AW47, AW65, AW70, AW78), que indicarían contacto con sustancias o bien <b>minerales</b> (rocas o pigmentos) de alta capacidad abrasiva, o bien <b>substancias grasientas y oleaginosas</b> (pieles, carne, etc.) que provoquen la aparición de pulidos intensos. <b>G2c</b> , superficies piqueteadas, con rugosidad alta, sin zonas aplanadas, las cuales indicarían un probable <b>procesado de materias minerales</b> .
<b>Episodios de reavivado</b>	- Secuencias de piqueteado posterior a la manufactura en AW117 y AW72.	- Únicamente la concavidad marcada de AW21 y las intensas trazas de piqueteado de la cara activa denotan un reavivado de la superficie de abrasión.
<b>Reutilización</b>	- Utilización de una segunda superficie activa para la percusión lanzada en dos casos (AW16, AW117), la cual se superpone a la superficie de molienda anterior.	- Utilización de una segunda superficie para percusión lanzada (AW65a) en el centro de la cara activa inicial. Utilización múltiple en los molinos con dos caras activas opuestas (anverso y reverso).

Fig.3.3.52. Caracterización tecnológica y funcional de los molinos de tell Aswad.

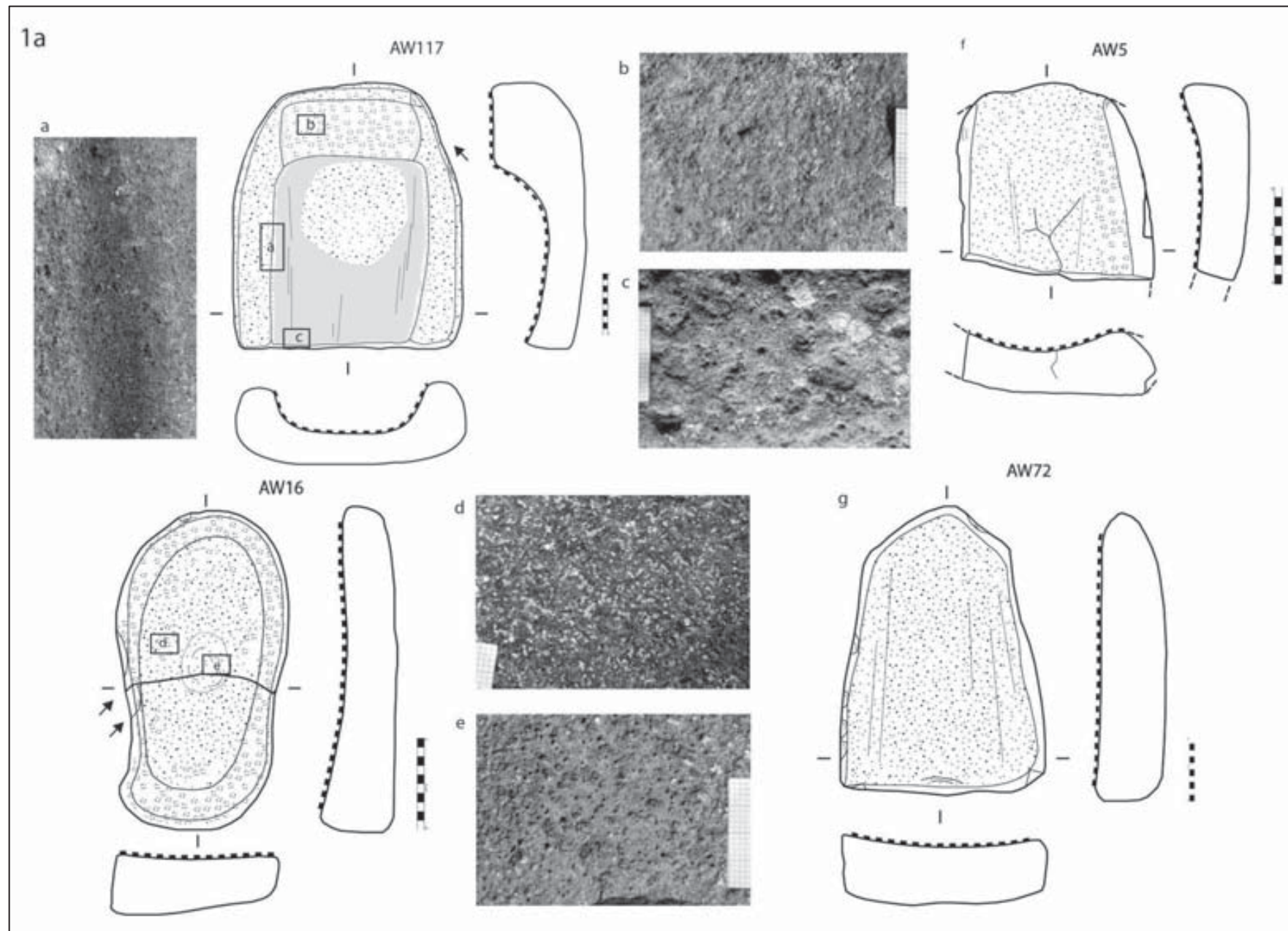


Fig. 3.3.53. Ejemplos de molinos tipo 1a de tell Aswad. Topografías: a-c, pulido; b, piqueteado; d-e, homogeneización rugosa.

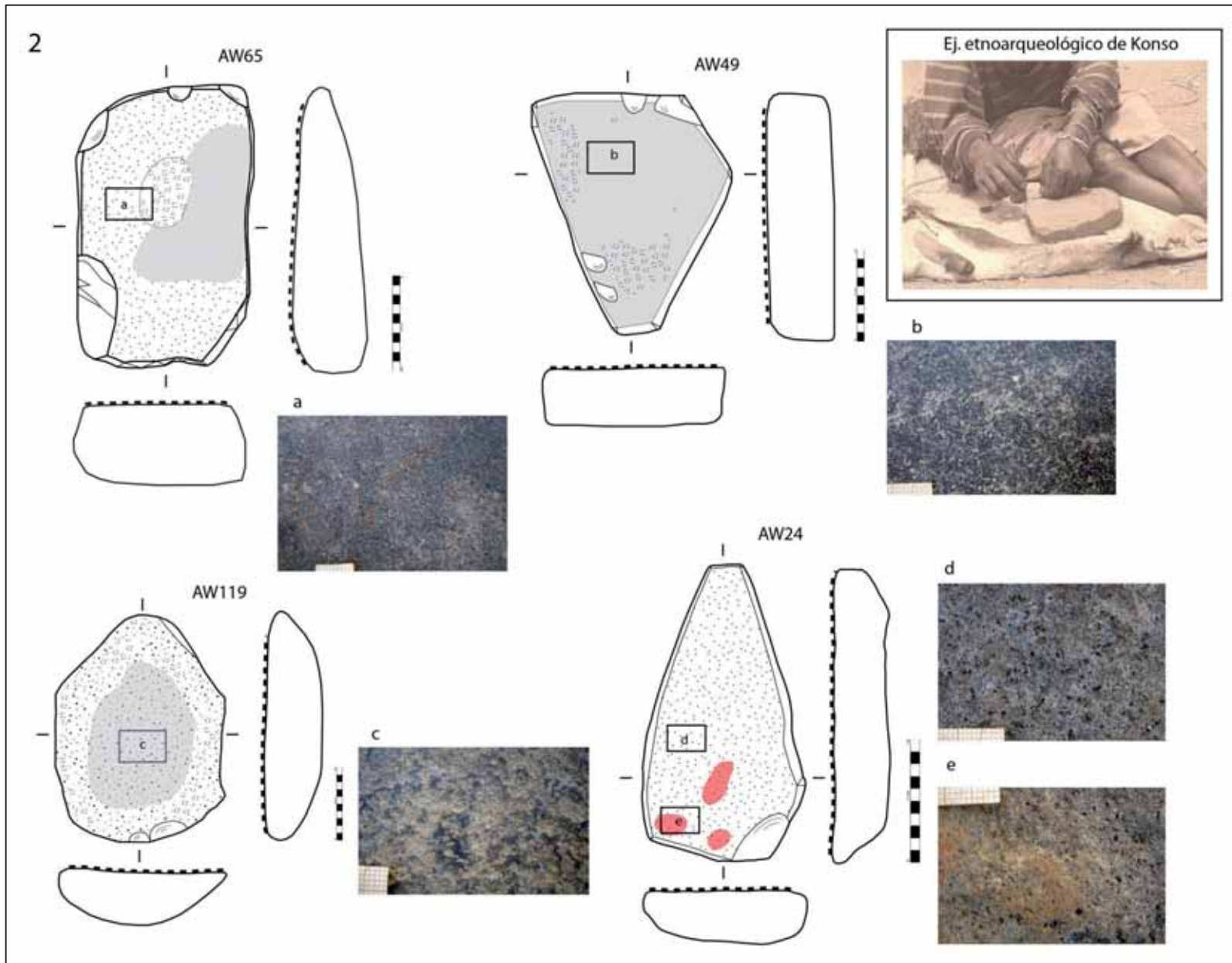


Fig. 3.3.54. Ejemplos de molinos tipo 2 de tell Aswad. Topografías: a y d, Homogeneización lisa; b y c, pulido; d-e, homogeneización rugosa con restos de materia colorante. Arriba derecha, referencia etnográfica de talla lítica en Konso (Etiopia), utilizando una losa macrolítica (Brand & Weedman 2002, fig.5).

	TIPOS MOLETAS ASWAD				
	Grupo 1				Grupo 2 / Tipo 2
	Tipo 1a	Tipo 1b	Tipo 1c	Tipo 1d	n=15
	n=13	n=2	n=1	n=2	
<b>Materia Primera</b>	- Bloques o guijarros de BAV2 y BAV3, y, en menor cantidad, BAV1.				- Bloques o guijarros de basalto BAV3, y sobre todo pumita (n=8).
<b>Tecnología de fabricación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notable inversión de trabajo en la manufactura de los ítems.</li> <li>- Secuencias técnicas destinadas a la preparación de la cara activa mediante piqueteado en todos los casos, y piqueteado más abrasión en contorno y reverso. Grados 2 y 3 de modificación del contorno y del reverso, para crear perfiles regulares, e ítems de planta oval/lenticular.</li> <li>- Algunos casos de pulido en el reverso que podrían ser causados por el proceso de preparación de la zona de presión del útil (manufactura), o por el desgaste de su utilización (uso).</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trazas de manufactura similares al grupo 1, aunque destacan el grado 1 y 2 de modificación del contorno y el reverso.</li> <li>- Un único caso de pulido en el reverso producido en el proceso de manufactura y potenciado mediante el uso.</li> </ul>
<b>Variabilidad morfométrica y conservación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moletas de mayores dimensiones (184 i 165 mm long.) se encuentran en el tipo 1a. También se registran ejemplares ligeramente más pequeños (112 y 118 mm long), pero en general se trata de un grupo poco variable a nivel métrico.</li> <li>- Dominan las formas en sección CX-CX y RT-RT, y 2 ejemplares de RT-CX.</li> <li>- Conservación: Enteros=9, frag= 10.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moletas de todos los tamaños y formas. Heterogeneidad métrica.</li> <li>- Dominan las formas en sección RT-RT.</li> <li>- Conservación: Enteros=11, frag=3.</li> </ul>
<b>Funcionalidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las trazas de uso cubren toda la superficie del anverso del útil (superficies de molienda). Dos moletas con 3 caras activas (2 de percusión + 1 de molienda), 1 con 2 caras activas (1 percusión + 1 de molienda), y el resto son unificiales (molienda).</li> <li>- La tipología y la distribución de las trazas de uso denotan <b>trabajo en pareja</b>, en actividades tales como la <b>molienda de cereales y leguminosas</b>, y, en algunos casos, el <b>descascarillado de granos vestidos</b> de cereal (AW43).</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dos ítems con dos caras activas, el resto unificiales.</li> <li>- Patrón <b>2b</b>. Actividades de <b>alisado de materias blandas</b> sobre soporte duro, o <b>abrasión/pulido de rocas de grano fino</b>.</li> <li>- Patrón <b>2c</b>. Preparación de superficies de <b>abrasión de materias variadas</b> (minerales, etc.)</li> </ul>
<b>Episodios de reavivado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se observan fosillas de piqueteado poco profundas por debajo de la actual plataforma de homogeneización en casi todos los casos. Algunos ejemplos de reavivado recientes de la cara activa como AW43 y AW90.</li> </ul>				- No se observan.
<b>Reutilización – uso múltiple</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 moletas presentan una distribución del desgaste desigual al resto, AW38 y AW114, lo cual se interpreta como momentos puntuales de reutilización para otras actividades diferentes al procesado de granos de cereales. Además, presentan superficies adyacentes dedicadas a la percusión (uso como pilón-moleta).</li> </ul>				- Útiles multifunción.

Fig.3.3.55. Caracterización tecnológica y funcional de las moletas de tell Aswad.

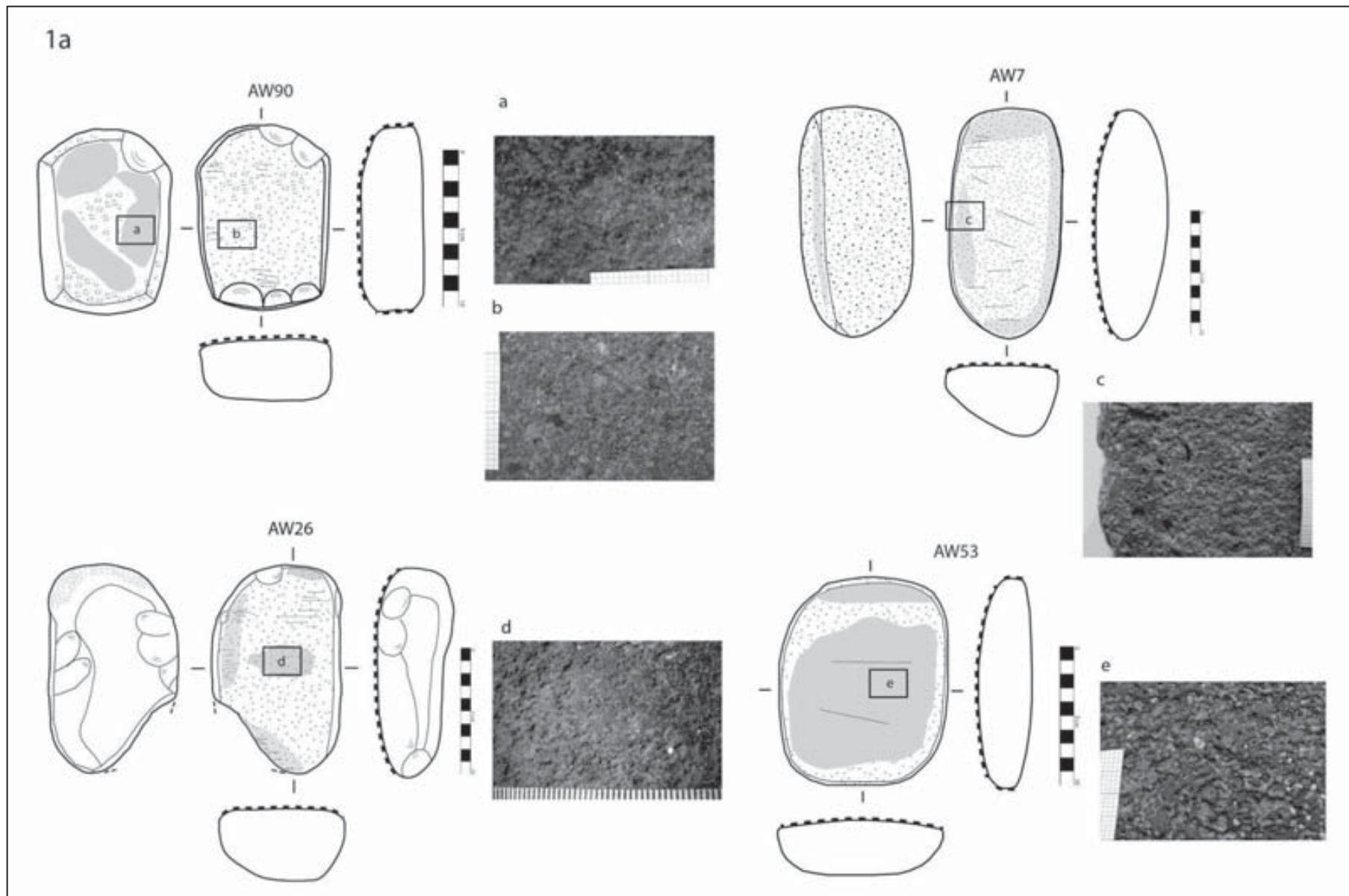


Fig. 3.3.56. Ejemplos de moletas tipo 1a de tell Aswad. Topografías: a, zona piqueteada; b, pulido por contacto con la mano del usuario; c-c-e, pulidos laborales.



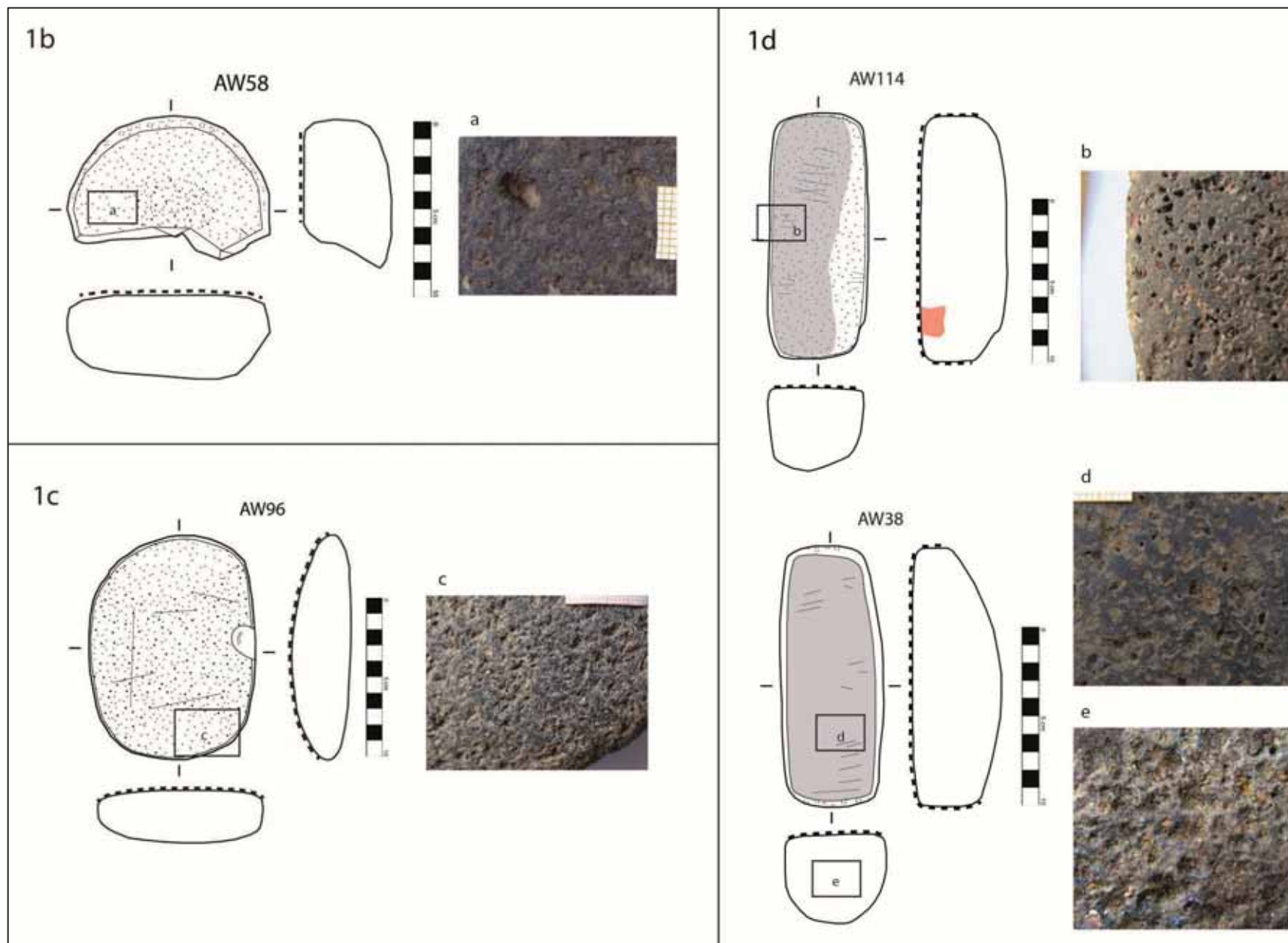


Fig. 3.3.57. Ejemplos de moletas tipo 1b, 1c y 1d de tell Aswad. Topografías: a-c, homogeneización lisa; b y d, pulidos; e, trazas de percusión. Restes de materia colorante en AW114.

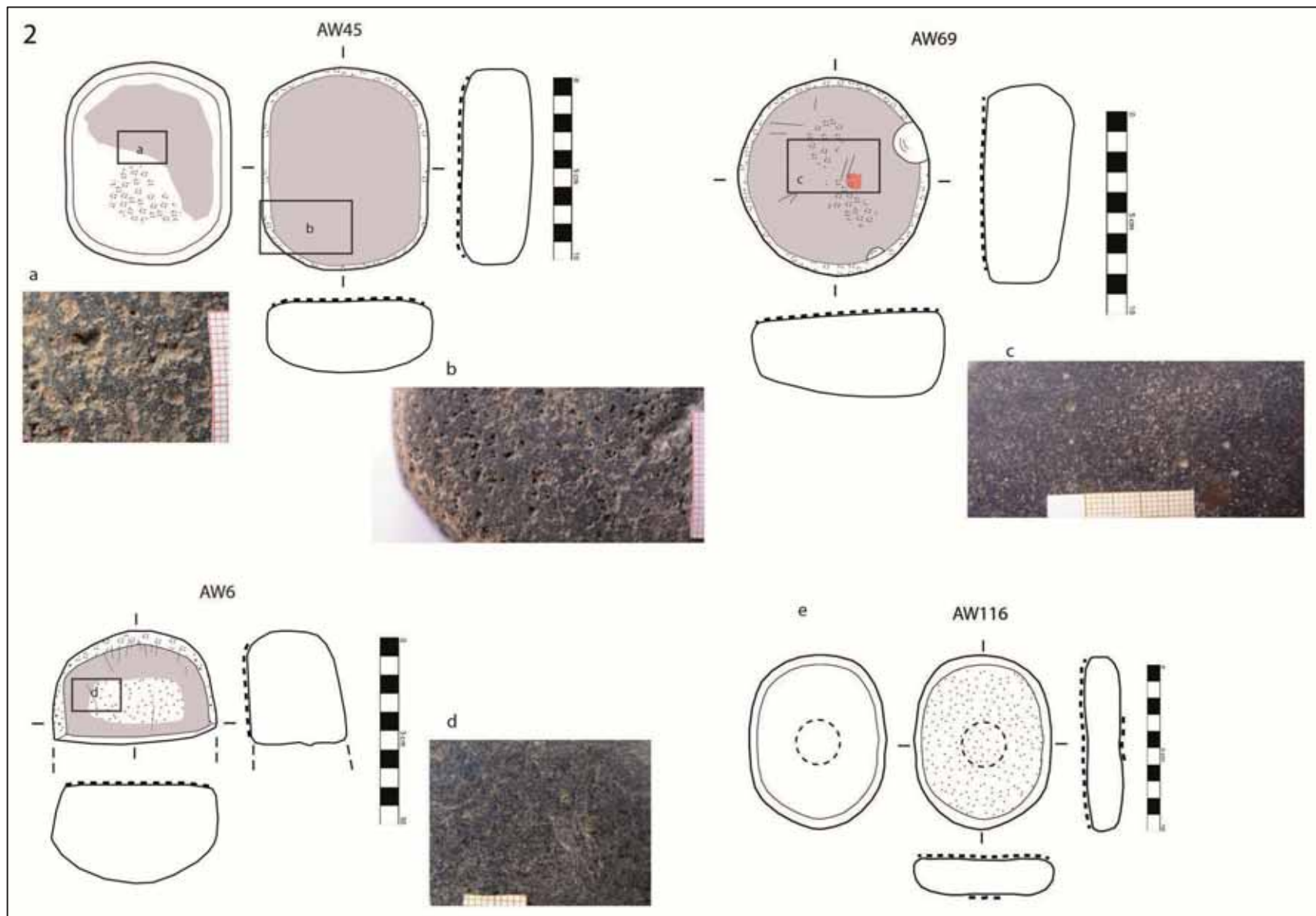
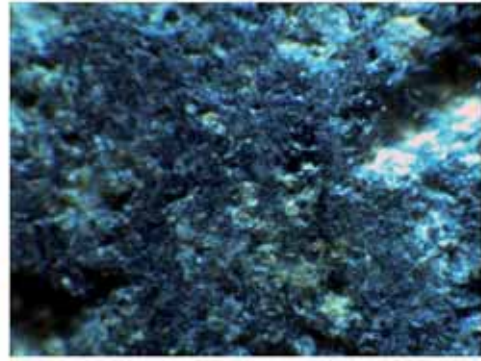
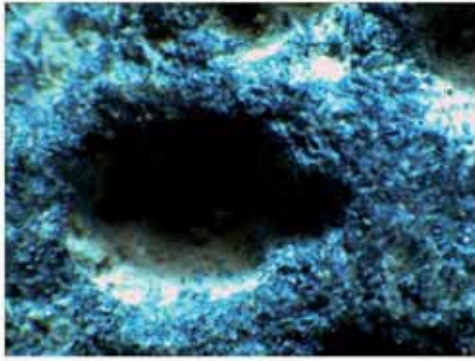


Fig. 3.3.58. Ejemplos de moletas tipo 2 de tell Aswad. Topografías: a-b-c-d, pulidos intensos; con rascadas en AW6, y presencia de restos de materia colorante en AW69.

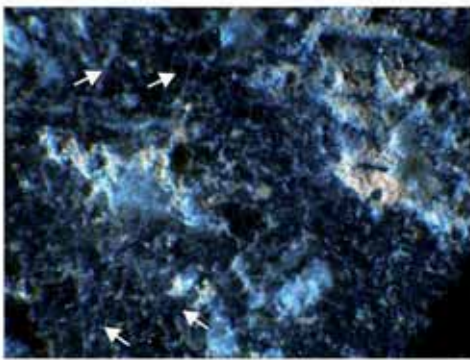
MOLETAS 1a

AW7

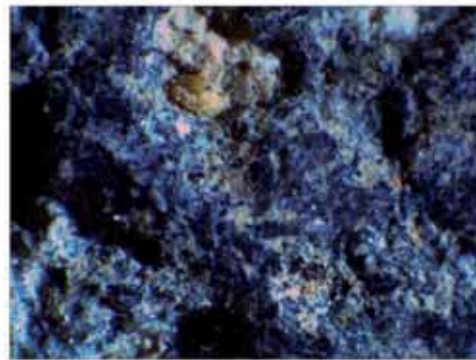


Zona pulida 40 x

AW26

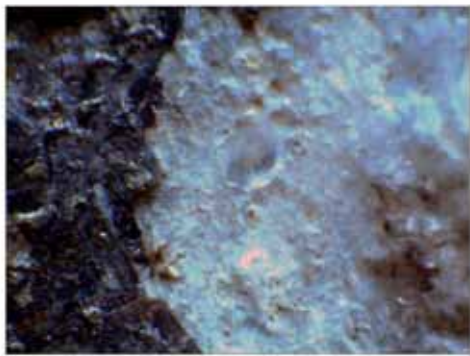


Zona pulida 40 x

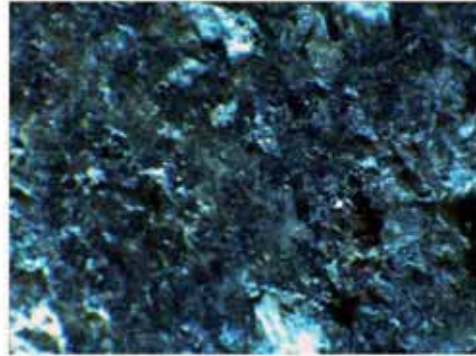


Homog. rugosa 40 x

AW104



Amigdala superficie arrasada 40x



Zona pulida 40 x

Fig. 3.3.59. Imágenes de superficies mediante lupa binocular (Nivel de observación 2). Moletas tipo 1a de tell Aswad.

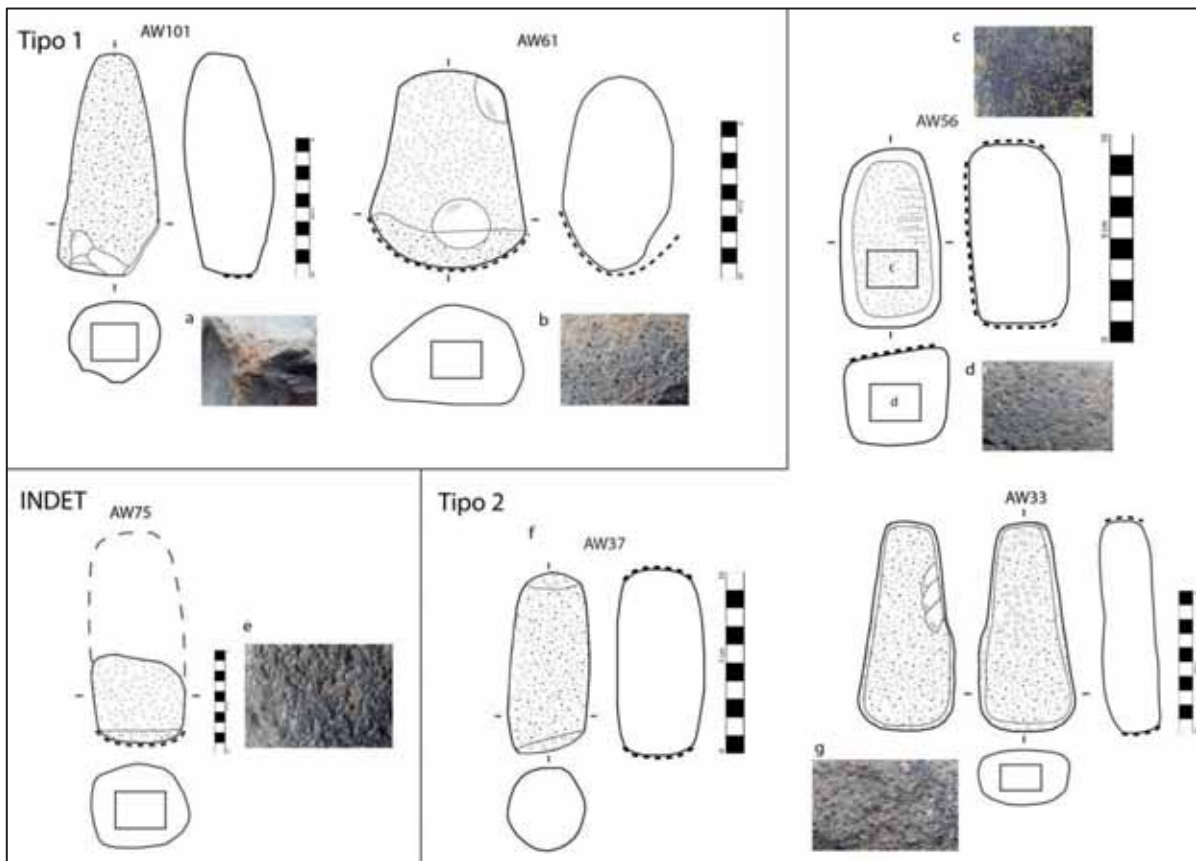


Fig. 3.3.60. Ejemplos de pilones tipo 1 y tipo 2 de tell Aswad, y un fragmento indeterminado. Topografías: a, extracciones por percusión lanzada; b y d, homogeneización lisa; e y g, homogeneización rugosa.

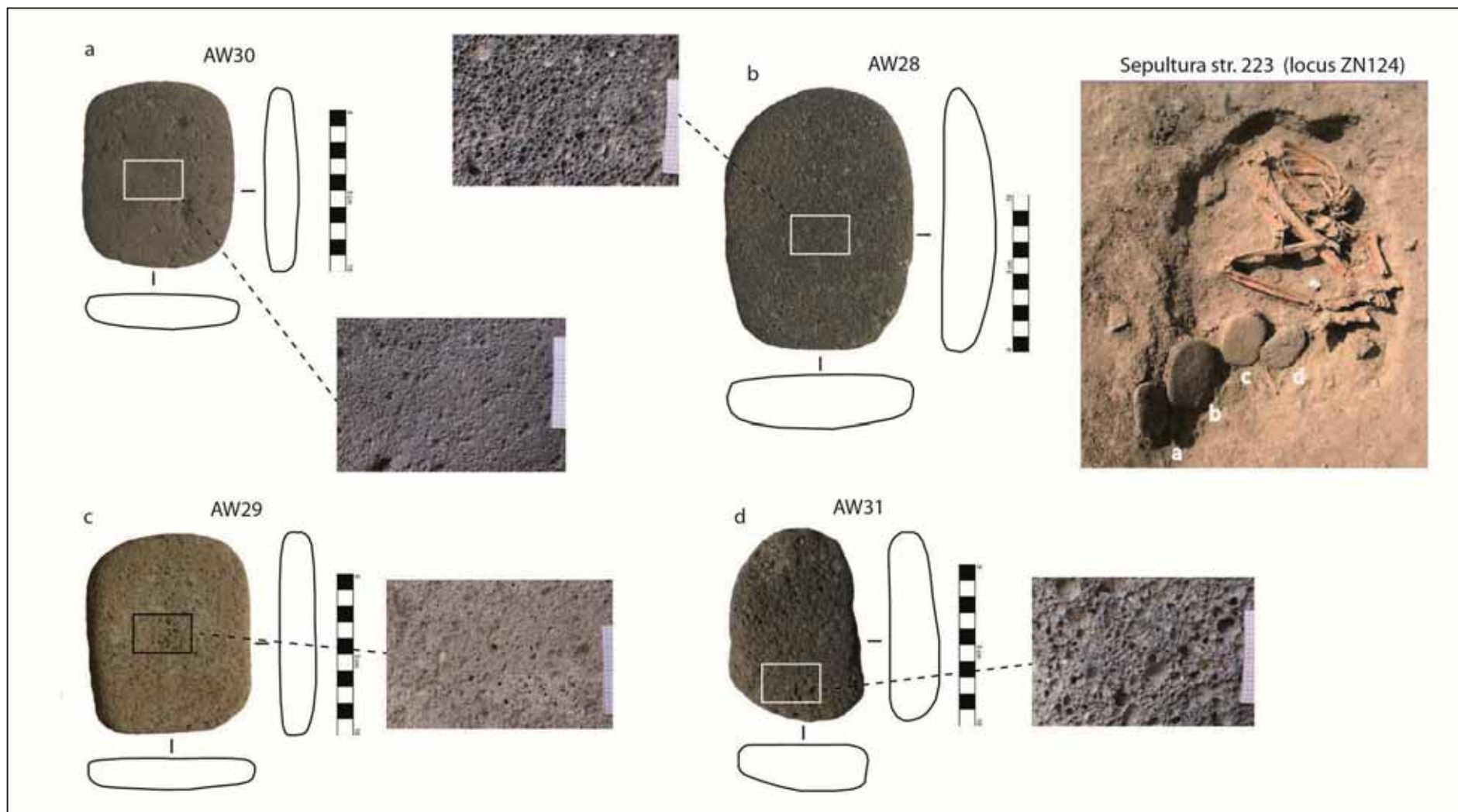


Fig.3.3.61. Sepultura del PPNB Reciente str. 223 (locus ZN124), procedente de una de las zonas funerarias de tell Aswad (cortesía de D. Stordeur, com.pers.). Entre el ajuar funerario, se halló un conjunto de cuatro moletas del tipo 2 (AW28, AW29, AW30 y AW31). Todas las topografías muestran un aplanado de la superficie sin apenas trazas de alisado.

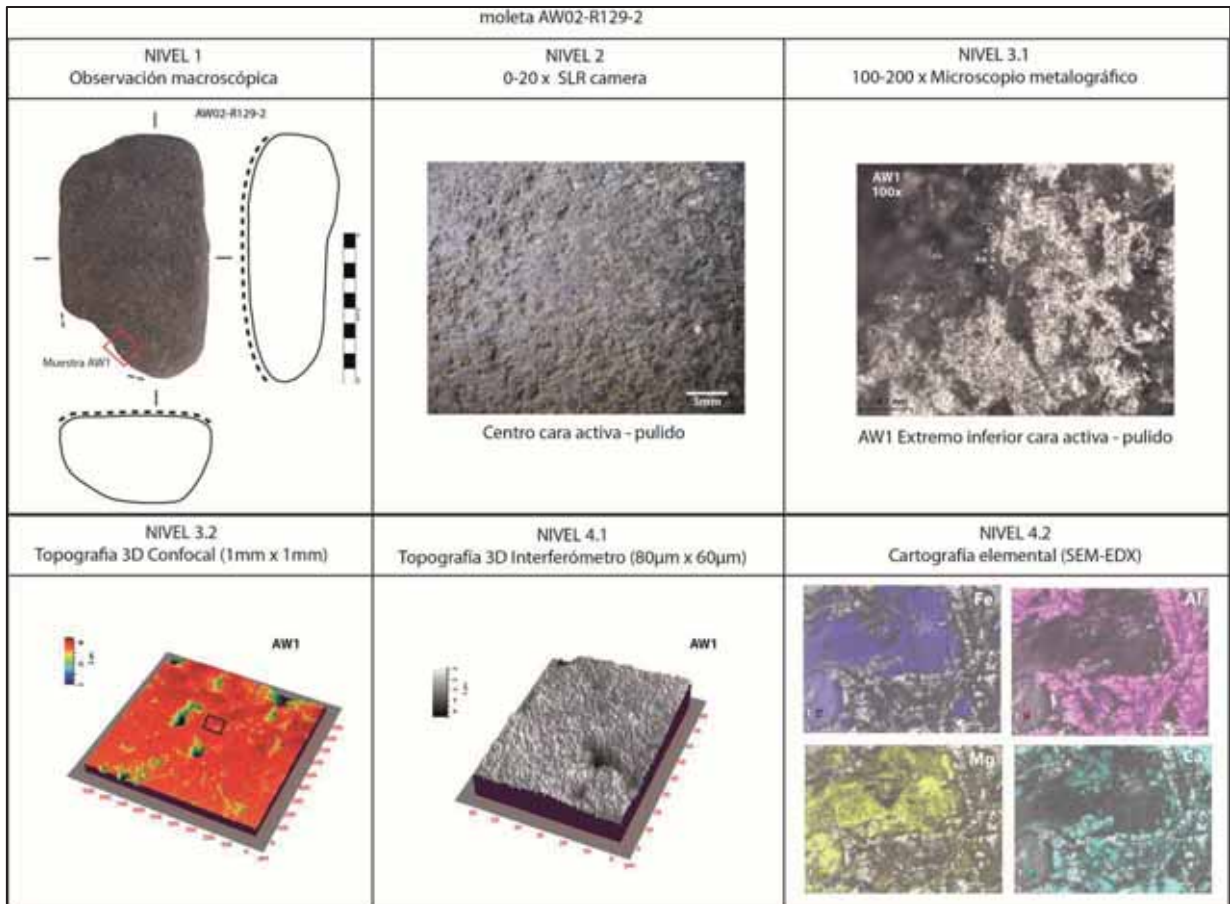


Fig. 3.4.1 Ejemplo de análisis de superficies sobre una moleta de tell Aswad (AW02-R129-2) a través de los cuatro de niveles de observación (ver descripción en el texto).

ID muestra exp.	ITEM	Mat. Prima	Nº EXP.	Experimentación
E-1	4	BAV3	2.2a	Molienda de <i>H. vulgare</i> con molino 2 (330min)
E-2	2	BAV2	2.2b	Molienda de <i>T. aestivum</i> con moleta 4 (335min)
E-3	2	BAV2	2.1a	Descascarillado <i>H. vulgare</i> con moleta 4 (5h)
E-4	4	BAV3	2.2b	Molienda de <i>T. aestivum</i> con molino 2 (335min)
E-5	4	BAV3	2.1a	Descascarillado <i>H. vulgare</i> con molino 2 (5h)
E-6	6	BAV2	4.3a	Limpieza de la piel de cabrito (2h 30min) + flexibilización con agua (60 min)
E-7	6a	BAV2	4.3.2b	Flexibilización piel jabalí con ocre (60min)
E-8	7	BAV2	4.3.2b	Flexibilización piel jabalí con ocre (60min)
E-9	1a	BAV2	2.5	Trituración de almendras con moleta 6b (3h)
E-10	6b	BAV2	2.5	Trituración de almendras con molino 1a (3h)
E-11	7	BAV2	2.1b	Descascarillado <i>T. monococcum</i> con molino 1b (4h)
E-12	1b	BAV2	2.1b	Descascarillado <i>T. monococcum</i> con moleta 7 (4h)
E-13	2	BAV2	1.2	Abrasión contra moleta 4 (2h)
E-14	4	BAV3	1.2	Abrasión contra molino 2 (2h)

Fig. 3.4.2. Listado de muestras experimentales extraídas para el análisis de superficies. Los parámetros experimentales son expuestos en el cap.3.2.

	ID muestra arq.	ITEM	Grupo Arqueofactual	Materia Primera	Zonas observadas
1	1-JF298-97.E25.1	Moleta	G1a	BAV1	M1- Centro cara act – homogeneización lisa sobre fosillas de piqueteado leve
2	2-JF43-98.E.1	Molino	G1a	CALIZA	M1- Centro cara act – homogeneización lisa M2- Lateral cara act - fosillas de piqueteado leve
3	3-JF46-98.F20.E210	Molino	G1b	CALIZA	M1- Lateral cara act - homogeneización rugosa
4	4 /5-JF44-97.E143	Molino	G1a	CALIZA	M1- Lateral cara act - fosillas de piqueteado leve M2- Centro cara act – homogeneización lisa
5	6-JF47-97.E137	Molino	G1a	CALIZA	M1- Centro cara act – homogeneización rugosa M2- Extremo cara act – pulido
6	7-JF97.B4.2	Moleta	G1a	Roca instrusiv indet	M1- Centro cara act – homogeneización lisa sobre fosillas de piqueteado leve
7	8/9/10-JF60-98.E78	Molino	G1a	CALIZA	M1- Lateral cara act - homogeneización lisa sobre fosillas de piqueteado leve M2- Centro cara act – homogeneización lisa sobre fosillas de piqueteado leve M3- Centro cara act bis– homogeneización lisa sobre fosillas de piqueteado leve
8	11-JF62-98.E116	Molino	G1a	BAC	M1- Centro cara act – homogeneización lisa sobre fosillas de piqueteado leve
9	12-JF124-98.E144	Molino	Indet	BAV1	M1- Extremo cara act – pulido
10	13-JF31-98.E14	Molino	G1b	CALIZA	M1- Lateral cara act - homogeneización lisa sobre fosillas de piqueteado leve M2- Centro cara act – homogeneización rugosa
11	14-(JF64-98.E122)	Molino	G1a	BAC	M1- Centro cara act – homogeneización lisa sobre fosillas de piqueteado leve
12	15-JF117-97.E80.CAL	Molino	G1a	CALIZA	M1- Centro cara act – homogeneización lisa sobre fosillas de piqueteado leve M2- Lateral cara act – fosillas piqueteado
13	HL1- (HL-4H-2099)	Molino	G1a	BAV1	M1- Centro cara act – homogeneización lisa M2- Lateral cara act - pulido
14	HL2- (HL-4J-2003)	Molino	G2	BAV2	M1- Centro cara act – homogeneización lisa M2- Extremo cara act – pulido
15	HL3- (HL-38-2018)	Molino	G2	BAC	M1- Centro cara act – homogeneización rugosa
16	HL4- (HL-4C-5)	Moleta	G2	BAV2	M1- Centro cara act – pulido M2- Lateral cara act - pulido M3- Reverso - homogeneización lisa
17	HL5- (HL-43-2010)	Moleta	Indet	BAC	M1- Centro cara act – homogeneización lisa M2- Lateral cara act - homogeneización lisa M3- Centro cara act – natural
18	HL6- (HL-4H-2025)	Moleta	G2	BAV2	M1- Centro cara act – pulido M2- Reverso - homogeneización rugosa
19	HL7-(HL-4H-2042)	Molino	G1a	BAC	M1- Centro cara act – homogeneización lisa y fosillas de piqueteado previo
20	HL8-(HL-2A-201)	Moleta	G2	BAV1	M1- Cara activa - pulido M2- Reverso - pulido
21	HL9-(HL-47/1-2086)	Moleta	G1a	BAV2	M1- Centro cara act – homogeneización lisa M2- Reverso - pulido
22	HL10-(HL-4D-2075)	Molino	G1a	BAC	M1- Centro cara act – homogeneización lisa M2- Reverso - pulido
23	HL11-(HL-2H-2051)	Molino	G1a	BAC	M1- Centro cara act – pulido
24	HL12-(HL-47-2009)	Molino	Indet	BAV2	M1- Centro cara act – pulido
25	HL14-( HL-30AP-2094)	Molino	G2	CALIZA	M1- Centro cara act – homogeneización lisa y estrias M2- Reverso - pulido
26	HL15-(HL-4H-2099)	Molino	G1a	BAV1	M1- Reverso - pulido
27	HL16-(HL-4H-2102)	Molino	G1b	BAV1	M1- Centro cara act - homogeneización lisa
28	HL17-(HL-47/1-2085)	Moleta	G1a	BAV3	M1- Centro cara act - homogeneización lisa
29	HL18-(HL-S1-1Y'-35)	Moleta	Indet	BAV2	M1- Centro cara act – pulido
30	AW1- /AW02-R129-	Moleta	G1a		M1- Centro cara act – pulido sobre fosillas de piqueteado
31	AW2- (AW05-G143-22)	Moleta	G2	BAV2	M1- Cara activa – homogeneización y pequeñas áreas pulidas
32	AW3- (AW06-2M120-2)	Molino	G1a	BAV2	M1- Cara activa - homogeneización rugosa y fosillas de piqueteado leve
33	AW4- (AW02-B127-1)	Molino	G1a	BAV1	M1- Centro cara act – homogeneización lisa y fosillas de piqueteado leve
34	AW5- (AW02-Q125-1)	Moleta	Indet	BAV3	M1- Cara activa - pulido
35	AW6- (AW02-M138-1)	Molino	G1a	BAV3	M1- Lateral cara act – homogeneización rugosa M2- Extremo cara act – homogeneización rugosa con restos de pigmento rojo
36	AW7- (AW02-ZV123-5)	Moleta	Indet	BAV2	M1- Cara activa - pulido
37	AW8- (AW02-P130-8)	Moleta	G1	BAV2	M1- Centro cara act – homogeneización lisa
38	AW9- (AW04-ZV135-18)	Moleta	Indet	BAV1	M1- Extremo cara act - pulido
39	AW10- (AW04-ZV135-18rev)	Moleta	Indet	BAV1	M1- Reverso - pulido
40	AW12-(AW03-H135-6)	Moleta	G1a	BAV3	M1- Extremo cara act - pulido
41	AW13-(AW02-T126-	Moleta	Indet	BAV3	M1- Extremo cara act - pulido

	22)				
42	AW14-(AW02-C127-4)	Molino	G2	BAC	M1- Extremo cara act - pulido
43	AW15-( AW04-VX-135-1)	Moleta	G1	BAV1	M1- Centro cara act – Homogeneización rugosa
44	AW16-( AW04-ZY132-2)	Molino	G2	BAC	M1- Lateral cara act - Homogeneización rugosa
45	AW17-( AW04-A135-2)	Molino	G2	BAC	M1- Extremo cara act - pulido
46	AW19-( AW04-ST320-2)	Molino	G2	BAC	M1- Lateral cara act - pulido
47	AW20-( AW04-A135-22)	Molino	Indet	BAC	M1- Cara activa - pulido
48	AR02 (03/347.6)	Moleta	G1a	BAV2	M1- Extremo cara act - pulido
49	AR12 (02/537.3)	Moleta	G1a	BAV3	M1- Lateral cara act – pulido M2- Centro cara act – homogeneización lisa
50	AR14 (02/545.15)	Molino	G1a	BAV2	M1- Lateral cara act - pulido
51	AR24 (03/304.4)	Moleta	G1a	BAV2	M1- Extremo cara act - pulido
52	AR29 (03/346.2)	Molino	G1a	BAV2	M1- Lateral cara act – pulido M2- Centro cara act - homogeneización lisa
53	AR30 (02/117.4)	Molino	G1a	BAV3	M1- Lateral cara act - pulido

Fig. 3.4.3. Listado de muestras arqueológicas extraídas para el análisis de superficies. Los prefijos JF (Jerf el Ahmar), HL (tell Halula), AW (tell Aswad) y AR (tell Arqa) indican la procedencia de los ítems muestreados.

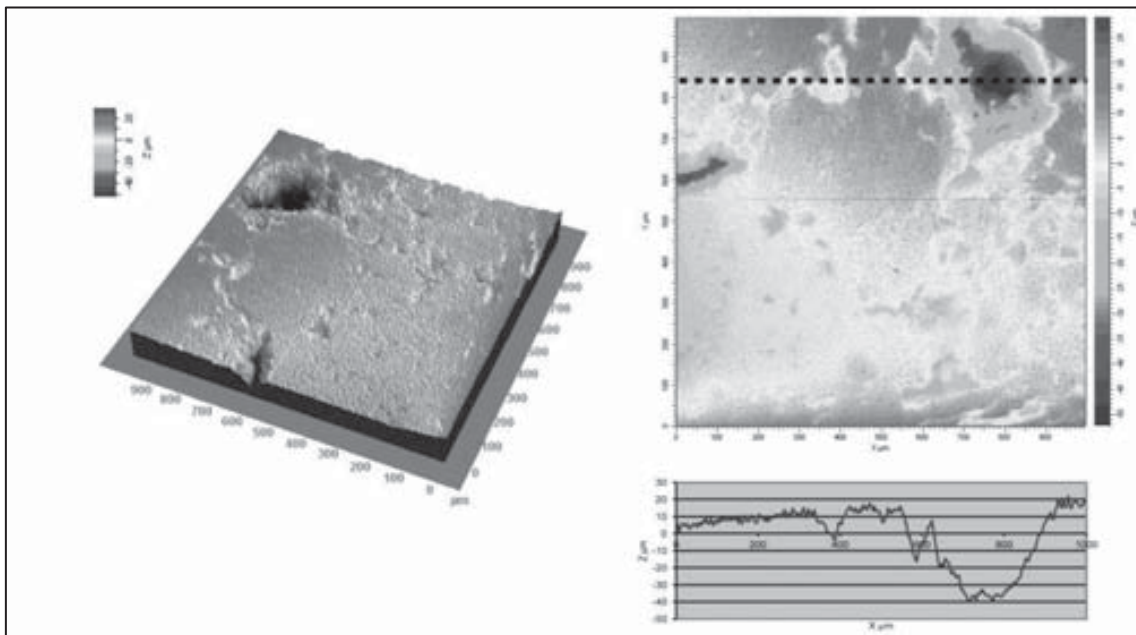


Fig. 3.4.4. Ejemplo superficies 3D y 2D obtenidas con el confocal sobre una muestra arqueológica correspondiente a la superficie activa de una moleta de basalto, y extracción de un perfil de la topografía (línea discontinua sobre la imagen 2D).



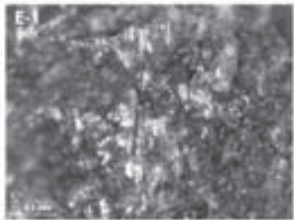
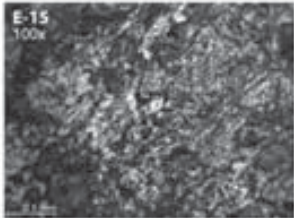
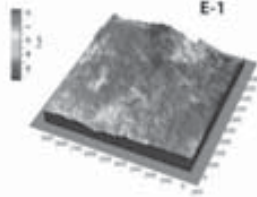
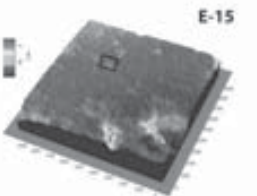
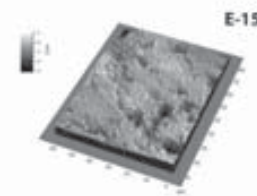
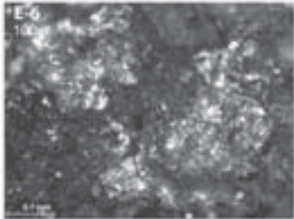

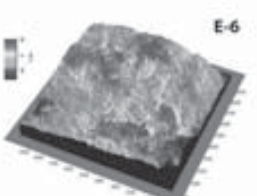
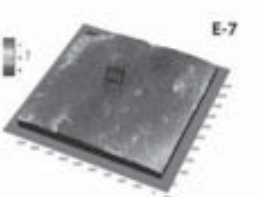
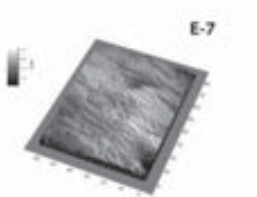
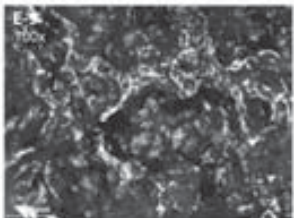
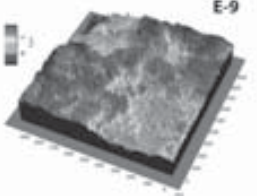
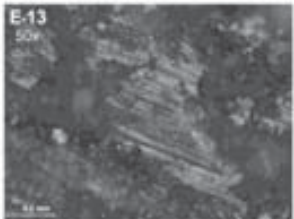
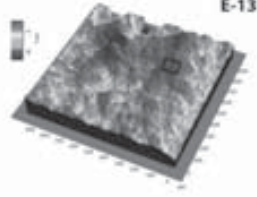
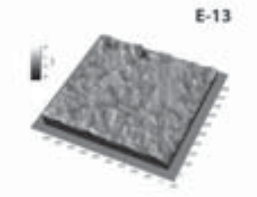
Superficies Experimentales			
	NIVEL 3.1 Microscopio metalográfico	NIVEL 3.2 Confocal (1mm x 1mm)	NIVEL 4.1 Interferómetro (80µm x 60µm)
Exp. 2.1.2 Molienda <i>T. aestivum</i>	 	 	
Exp. 4.3. Procesado de piel animal	 	 	
Exp. 2.5 Molienda <i>Amygdalus</i>			
Exp. 1.1.2 Roca-contra-roca			

Fig. 3.4.5. Observación de superficies experimentales con el microscopio metalográfico (Nivel 3.1) y extracción de superficies 3D con el confocal (Niveles 3.2) y con el interferómetro (Nivel 4.1).

Superficies Arqueológicas

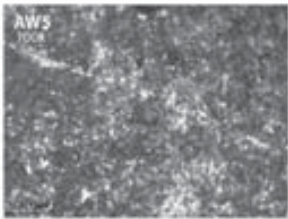
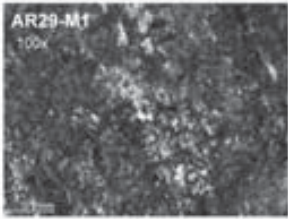
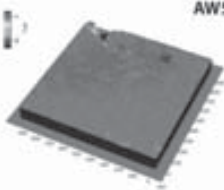
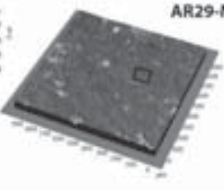
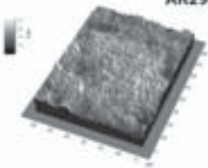
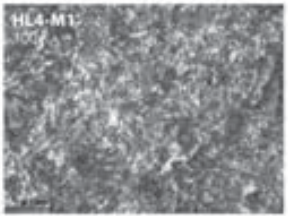
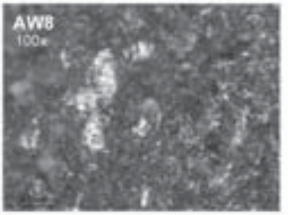
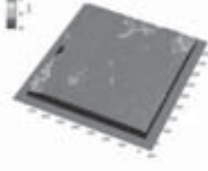
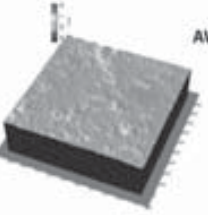
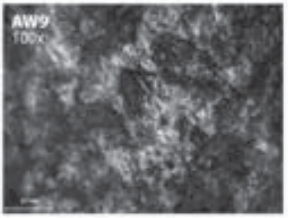
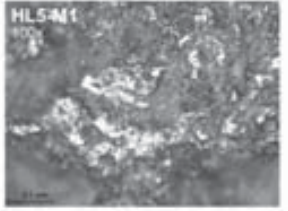
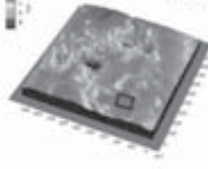
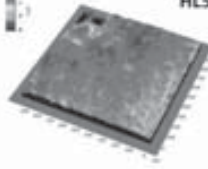
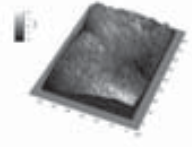
	NIVEL 3.1 Microscopio metalográfico	NIVEL 3.2 Confocal (1mm x 1mm)	NIVEL 4.1 Interferómetro (80µm x 60µm)
<i>Micropitted</i>	 	 	
<i>Micropitted / deposit</i>	 	 	
<i>Deposit</i>	 	 	

Fig. 3.4.6. Observación de superficies arqueológicas con el microscopio metalográfico (Nivel 3.1) y extracción de superficies 3D con el confocal (Niveles 3.2) y con el interferómetro (Nivel 4.1). Las muestras se han clasificado en función del tipo de textura de pulido identificado: *micropitted*, *micropitted/deposit* y *deposit*.

	NIVEL 1 Observación macroscópica	NIVEL 2 0-20 x SLR camera	NIVEL 3.1 100-200 x Microscopio metalográfico	NIVEL 3.2 y 4.1 Topografía pulido 3D
Grupo Arqueofactual G1	<p>AR03/347.6)</p> <p>Muestra AW2</p>	<p>Extremo cara activa - pulido</p>		<p>1 mm x 1mm</p>
	<p>HL-47/1-2086</p> <p>Muestra HL9-M1</p> <p>Muestra HL9-M2</p>	<p>Centro cara activa - pulido</p>		<p>80 μm x 60 μm</p> <p>80 μm x 60 μm</p>
	<p>HL-2H-2051</p> <p>Muestra HL11</p>	<p>Centro cara activa - pulido</p>		<p>80 μm x 60 μm</p>

Fig. 3.4.7. Observación de ítems arqueológicos pertenecientes al grupo artefactual G1: observación a escala macroscópica (Nivel 1); observación de la microtopografía (Nivel 2); microscopio metalográfico (Nivel 3.1) y extracción de superficies 3D con el confocal (Niveles 3.2) y con el interferómetro (Nivel 4.1).

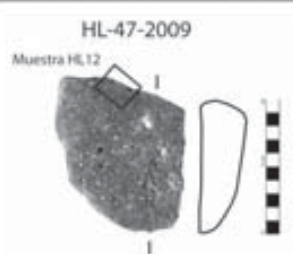
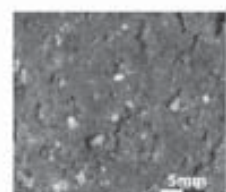
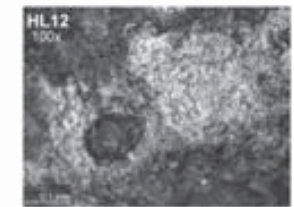
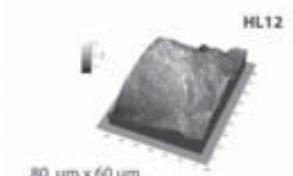
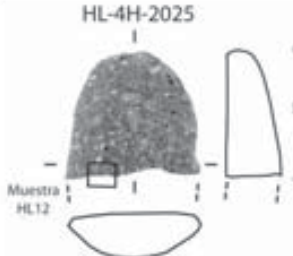
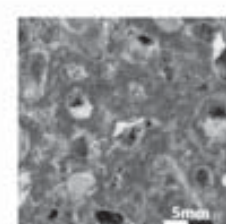

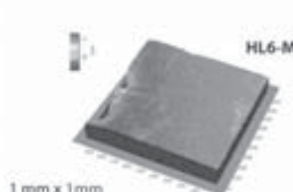

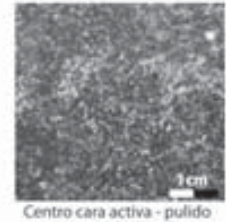
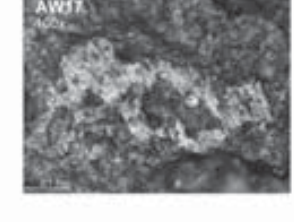
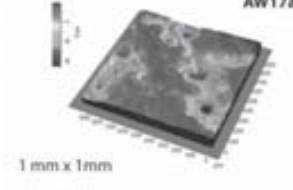

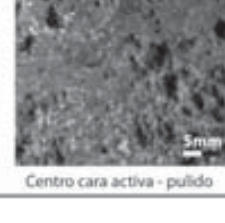

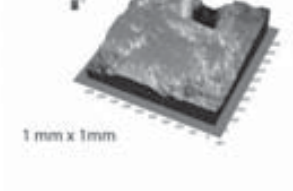
	NIVEL 1 Observación macroscópica	NIVEL 2 0-20 x SLR camera	NIVEL 3.1 100-200 x Microscopio metalográfico	NIVEL 3.2 y 4.1 Topografía pulido 3D
Grupo Arqueofactual G2	<b>HL-47-2009</b> 	 Centro cara activa - pulido	 HL12 100x	 HL12 80 μm x 60 μm
	<b>HL-4H-2025</b> 	 Centro cara activa - pulido	 HL6 100x	 HL6-M1 1 mm x 1 mm
	<b>AW04-A135-2</b> 	 Centro cara activa - pulido	 AW17 100x	 AW17a 1 mm x 1 mm
	<b>AW05-G143-22</b> 	 Centro cara activa - pulido	 AW2 100x	 AW2 1 mm x 1 mm

Fig. 3.4.8. Observación de items arqueológicos pertenecientes al grupo artefactual G2: observación a escala macroscópica (Nivel 1); observación de la microtopografía (Nivel 2); microscopio metalográfico (Nivel 3.1) y extracción de superficies 3D con el confocal (Niveles 3.2) y con el interferómetro (Nivel 4.1).

ITEM	MUESTRA <sup>1</sup>	TÉCNICA DE MUESTREO	RESULTADOS				Fitolitos diagnóst.
			N Fitolitos /1g sed.	Fitolitos Gramín. %	Fitolitos Infloresc. %	Fitolitos Multicel. %	
JF117 Molino Jerf el Ahmar	JF-1	Raspado en seco	94000	82,4	30,7	5	Células cortas tipo "torre" género <i>Hordeum</i>
	JF-2	Lavado	800.000	82,4	30,7	15,8	
	JF-3	Sonicado	700.000	82,4	30,7	5,8	
AW02-M138-13-2 Molino Tell Aswad	M1 / Sample 1 / AW-7	Lavado	600.000	84	30,1	4	Estructuras multicelulares <i>T. dicoccum</i>
AW03-H135-6 Moleta Tell Aswad	M3 / Sample 2 / AW-8	Lavado	700.000	87,8	54,5	5,5	Estructuras multicelulares <i>T. dicoccum</i> ; Células cortas tipo "torre" género <i>Hordeum</i>
AW04-ZV135-128 Molino Tell Aswad	AW04-135	Lavado	2.238.000	90,2	50,6	3,6	Estructuras multicelulares género <i>Triticum</i>
AW06-ZM120-2 Molino Tell Aswad	AW06-120	Raspado en seco	1.762.000	93,4	52,1	11	Estructuras multicelulares género <i>Triticum</i>
AW04-ZV128-1 Útil molienda indet. Tell Aswad	AW04-128r	Raspado en seco	557.000	72	20	6,7	
	AW04-128l	Lavado	86.000	72	20	10,5	
	AW04-128s	Sonicado	95.000	72	20	6,9	
HL03-4J Molino Tell Halula	Sample 3 / HL-4	Raspado en seco	1.000.000	87,7	20,4	3,2	
	HL-5	Lavado	1.400.000	87,7	20,4	3,4	
	HL-6	Sonicado	740.000	87,7	20,4	2,6	
AR02/545.15 Molino Tell Arqa	M4 / Sample 4	Lavado	50.000	67,4	26,7	0	
AR02-537.3 Molino Tell Arqa (M1 lateral cara act.; M2 centro cara act.)	M1 AR-9	Raspado en seco	1.005.000	83,4	40,5	2,2	
	M1 AR-10	Lavado	946.000	83,4	40,5	9,9	
	M1 AR-11	Sonicado	20.000	83,4	40,5	3,1	
	M2r	Raspado en seco	522.000	81,6	44,6	11,8	
	M2l	Lavado	185.000	81,6	44,6	8,1	
	M2s	Sonicado	99.000	81,6	44,6	7,1	

Fig. 3.4.9. Tabla con los resultados del análisis de fitolitos sobre muestras arqueológicas realizado por M. Portillo y R. M. Albert (UB). <sup>1</sup>La nomenclatura de las muestras se corresponde con la establecida en los trabajos de Bofill *et al.* aceptado, Portillo *et al.* submitted y Portillo & Albert (anexo 2).

Superficies arqueológicas asociadas a fitolitos conservados

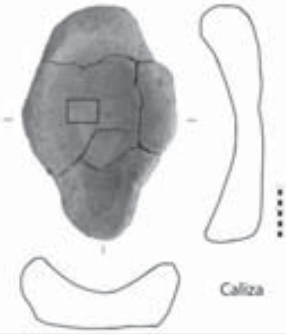
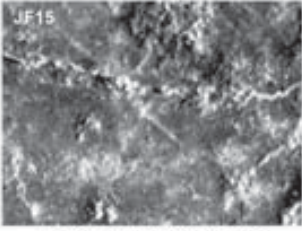
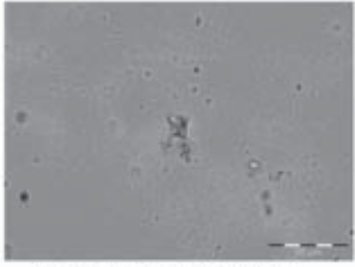

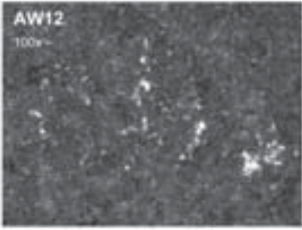
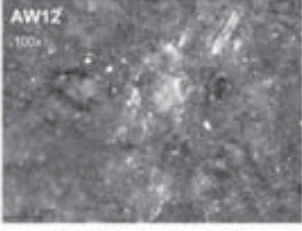
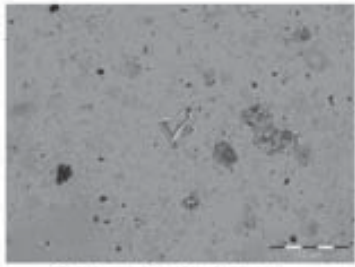
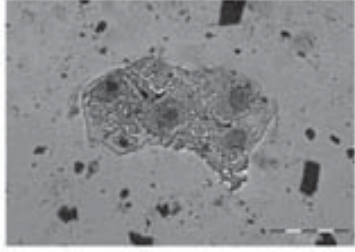
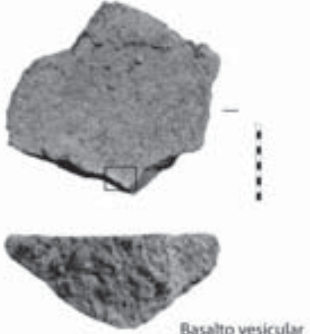
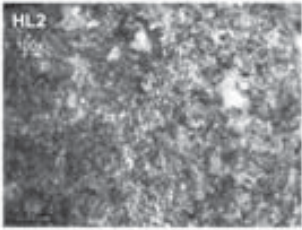
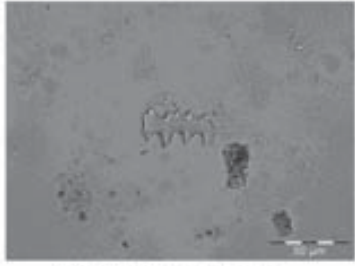
	Ítem arqueológico	NIVEL 3,1 Pulido	Fitolitos diagnósticos
<b>Jerf el Ahmar</b>	<p>JF117</p>  <p>Caliza</p>	<p>JF15</p>  <p>Centro cara activa - Pulido con estrías</p>	 <p>Célula corta tipo "torre" - <i>Hordeum</i></p>
<b>Tell Aswad</b>	<p>AW03-H135-6</p>  <p>Basalto vesicular</p>	<p>AW12</p> <p>100x</p>  <p>AW12</p> <p>100x</p>  <p>Extremo cara activa - pulido</p>	 <p>Célula corta tipo "torre" - <i>Hordeum</i></p>  <p>Estructura multicelular de <i>Triticum</i></p>
<b>Tell Halula</b>	<p>HL-4J-2003</p>  <p>Basalto vesicular</p>	<p>HL2</p> <p>100x</p>  <p>Centro cara activa - pulido</p>	 <p>Célula dendrítica - gramíneas</p>

Fig. 3.4.10. Observación de ítems arqueológicos pertenecientes al grupo artefactual G1: observación a escala macroscópica (Nivel 1); observación microscópica de las zonas pulidas (Nivel 3.1); y identificación de fitolitos diagnósticos de cereales conservados sobre las superficies activas de los útiles.

N° Muestra exp.	N° fitolit . 1 g material seco	Fitolit. Multicel. (%)	Ratio fitolit. indiv./ multicel.	Media N° fitolit. indiv. en multicel.	Parte de la planta y descripción de la técnica de procesado
1	4.000.000	36.6	0.62	27.6	Planta entera
2	2.300.000	32.6	0.52	30.9	Inflorescencia
3	4.700.000	57.1	1.39	20.4	Tallo
4	9.800.000	34.2	0.53	24.7	Hojas
5	1.400.000	30.3	0.47	24.3	Sub-producto del descascarillado: espiguillas, paja gruesa, envolturas, granos, semillas de malas hierbas
6	4.600.000	35.7	0.60	19.1	Superficie del molino tras descascarillado (raspado en seco): paja ligera, pequeñas envolturas, fragmentos de granos y pequeñas semillas de malas hierbas
7	6.100.000	31.2	0.46	13.7	Sub-producto de la molienda (raspado en seco): pequeñas envolturas, granos y pequeñas semillas de malas hierbas, harina
8	1.900.000	33.8	0.54	8	Harina cribada ( $\leq 0.5$ mm)
9	7.100.000	35.5	0.59	9.3	Superficie del molino tras molienda (raspado en seco): pequeñas envolturas, granos y pequeñas semillas de malas hierbas, harina
10	1.500.000	25.2	0.37	12.6	Superficie de la moleta tras molienda (raspado en seco): pequeñas envolturas, granos y pequeñas semillas de malas hierbas, harina
11	2.500.000	41.1	0.91	13.4	Superficie del molino tras molienda (lavado): pequeñas envolturas, fragmentos de granos, harina
12	540.000	19.4	0.28	7.8	Superficie de la moleta tras molienda (lavado): pequeñas envolturas, fragmentos de granos, harina

Fig. 3.4.11. Resultados del análisis de fitolitos sobre muestras experimentales (a partir de Portillo *et al.* 2013, Tabla 3).

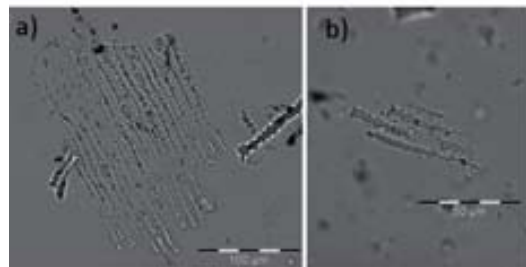


Fig. 3.4.12. Fitolitos observados sobre las muestras experimentales (a partir de Portillo *et al.* 2013, fig.3): a) Estructura multicelular de células largas dendríticas con papillae procedente de la inflorescencia de *T. monococcum* (muestra exp.2); b) Estructura multicelular procedente de la superficie de la moleta experimental tras la molienda de *T. monococcum* (muestra exp.12).

## Nota en relación a las imágenes del trabajo

Las figuras insertadas en el texto (Volumen I), se encuentran numeradas de la siguiente forma: numeración romana en el primer dígito (nº de la Parte), y a continuación, numeración árabe en los dos siguientes dígitos (nº de Capítulo y nº de figura). Por ejemplo, I.1.1, I.1.2; II.1.1, II.1.2; etc.

Las figuras del Volumen II del trabajo, se han numerado mediante numeración árabe desde el primer dígito: primer dígito (nº de la Parte), segundo dígito (nº de Capítulo), tercer dígito (nº de figura). Por ejemplo, 1.1.1, 1.1.2; 2.1.1, 2.1.2; etc.

En la relación a la autoría, todas las figuras han sido elaboradas por la autora del trabajo, a excepción de aquéllas en las que se indica en el pie de figura el autor correspondiente, o la procedencia de las fuentes utilizadas.

## Figuras Volumen 1

Fig. I.1.1. Centros de domesticación de plantas y las dataciones correspondientes (extraído de Price y Bar-Yosef 2011, Fig.1).

Fig. I.2.1. Mapa del Próximo Oriente con las subzonas propuesta en el texto. Extraído de Aurenche y Kozlowski 2003.

Fig. I.2.2. Cuadro crono-cultural elaborada por Stordeur & Abbès (2002) siguiendo la propuesta por periodos de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée de Lyon. Las dataciones con \* se presentan en Cal ANE.

Fig. I.2.3. Correspondencia relativa entre las diversas propuestas de esquemas histórico-culturales para el Levante Sur y Central, y para el Levante norte y Anatolia (Kuijt 2000).

Fig. I.2.4. Izquierda) Cavidades excavadas en la roca en el yacimiento de Rosh Zin (Palestina), Natufiense final; derecha) otro ejemplo procedente del yacimiento Raqefet Cave (Palestina), Natufiense final (Rosenberg&Nadel 2011, fig.2-3).

Fig. I.2.5. Molinos recuperados en los niveles PPNA de tell Mureybet (Nierle, 2008).

Fig. I.2.6. Artefactos macrolíticos del periodo PPNB en el Levante mediterráneo. (a-b) Molinos, Beidha; (c) Molino, Jilat 7; (d-e) Moletas, Beidha; (f) Moleta, Jilat 7; (g-h) Pilón en forma de campana, Beidha; (i) Chacha y cincel, Bouqras; (k) pilón en forma de "pomo", Beidha; (l) Vaso de piedra, Beidha; (m) Vaso en miniatura, Jilat 7. Extraído de Wright 1993, fig. 1.

Fig. I.2.7. Tabla esquemática en la que se resumen las principales etapas de desarrollo de la agricultura en el Próximo Oriente, los períodos cronológicos, las evidencias empíricas y los yacimientos en los que se documentan (Elaboración propia a partir de Nesbitt 2002; Willcox 2005, 2007; De Molins 1997).

Fig. I.2.8. Diagrama esquemático sobre las primeras utilizaciones continuadas de cereales en yacimientos del Valle del Éufrates, norte de Siria, con dataciones cal ANE (Willcox 2007).

Fig. I.2.9. Mapa de los yacimientos del Neolítico antiguo del Próximo Oriente en relación con la distribución general de los cereales silvestres (zona sombreada). Los yacimientos se diferencian en si presentan un estadio de cultivo pre-doméstico, o si presentan un registro de especies ya de tipo doméstico (Fuller, Willcox, Allaby 2011, fig.1). Los círculos con raya discontinua indican las dos áreas de agricultura incipiente propuestas por Willcox (2005).



- Fig. I.3.1. Registro de datos cuantitativos sobre la presencia de material macrolítico en los yacimientos analizados por K. Wright para el Próximo Oriente desde el Paleolítico superior hasta el Late Neolithic. Los % se calculan a partir del nº de yacimientos indicado entre paréntesis, los cuales corresponden al total de yacimientos analizados por periodo en la columna % Ground stones, y el total de yacimientos con presencia de útiles macrolíticos en las columnas % Molinos/moletas y % Morteros. Elaboración propia a partir de Wright 1992, 1993.
- Fig. I.3.2. Ejemplos de útiles de molienda y trituración del Levante mediterráneo de diferentes periodos entre el Paleolítico Superior hasta el PPNA. (a, c) Molinos, (b) Moleta; (d-h) Mortero, moleta y pilón; (i-m) Mortero, pilón y moleta; (n-q) Molino plano, molino con doble concavidad, molino plano y moleta. Extraído de Dubreuil (2008 fig.2, a partir de Wright 1994:241).
- Fig. I.3.3. Artefactos macrolíticos del yacimiento Zawi Chemi Shanidar (Irak). PPNA (a) Moleta con dos caras activas; (b) Moleta unifacial; (c) Moleta con doble cúpula; (d) Moleta con cúpula; (e) Molino hondo; (f-g) Molinos planos; (h-i) Molinos-mortero; (j) Mortero; (k) Vaso de piedra. Extraído de Solecki (1969, Plate 4).
- Fig. I.4.1. El proceso de ocupación del yacimiento de Jerf el Ahmar, relacionando los 11 niveles arqueológicos con las principales características de la evolución arquitectónica del poblado y su adscripción cronológica (a partir de Stordeur & Abbès 2002; LeDosseur 2011) .
- Fig. I.4.2. Esquema geológico del entorno inmediato de tell Halula (modificado por Borrell 2006, fig.22, a partir de Álvarez, 2013).
- Fig. I.4.3. Representación de las diferentes fases de ocupación en relación a los diferentes horizontes históricos y dataciones absolutas (basado en la tabla de Tornero 2006: 179).
- Fig. I.4.4. Reconstrucción de una casa PPNB de tell Halula. La imagen recrea el ritual mortuorio en el que se enterraban los individuos dentro de las casas (Ilustración de E. Carlson, en Guerrero et al. 2009)
- Fig. I.4.5. Entorno actual del yacimiento de Tell Aswad en la región de Jdeideh al Khass (Oasis de Damasco). Mapa de la zona circundante al yacimiento de tell Aswad donde se detalla la extensión del Lago Aateibeh alrededor del año 1840 (Fig. 2 de Van Zeist & Bakker-Heeres en de Contenson et al.1979).
- Fig. I.4.6. Dataciones de C14 de los yacimientos de Jerf el Ahmar (Stordeur & Abbès 2002, Tabl.2), tell Halula (Molist et al. 2013) y tell Aswad (Stordeur et al. 2010).
- Fig. I.4.7. Planta parcial del nivel 16 donde se ubican la zona de almacenaje excavada entre 2001-2004 (Thalman 2007, fig.4).
- Fig. I.4.8. Fotografía e interpretación de la sección de la habitación 16.72, mostrando el nivel de destrucción con el colapso de dos plantas y todo el derrumbe generado (Thalman 2010).
- Fig. I.4.9. *Triticum dicoccum* sin descascarillar procedente de las estructuras de almacenaje de los estratos 16-15 de tell Arqa (Thalman 2007, fig.3)
- Fig. I.5.1. Clasificación general de materias susceptibles de ser procesadas mediante instrumental de molienda y trituración (a partir de Procopiou 1998:126)
- Fig. I.6.1. Dibujo esquemático sobre las diversas formas y gestos técnicos que pueden presentar tanto el equipo de molienda (grinding-slabs and handstones) y el equipo de trituración (mortars and pestles). Extraído de Dubreuil 2008 (modificado a partir de Beune 1989:43).

- Fig. II.1.1. Partes anatómicas de los útiles de molienda y trituración a través de las vistas en planta y en sección.
- Fig. II.1.2. Criterios de orientación de los artefactos a partir de Risch 2002, p. X, fig. 14.
- Fig. II.1.3a y II.1. 3b. Sistemas de dibujo de artefactos arqueológicos (a partir de Inizan et al. 1995, p.108, fig.42-43). Sistema francés (3a y 3b-1) y sistema americano (3b-2).
- Fig. II.1.4 Patrones de fractura de ítems de molienda y trituración.
- Fig. II.2.1. Clasificación de la materia prima lítica utilizada en la manufactura de los útiles de molienda y trituración (MyT) de los cuatro yacimientos estudiados.
- Fig. II.2.3. Clasificación de rocas detríticas según la textura (a partir de Dunham 1962, modificado por Moore 2001, Atlas de Petrología Sedimentaria).
- Fig. II.2.4. Arriba, tabla de clasificación de las calizas a partir del sistema Dunham (1962), exceptuando la caliza tipo creta. Abajo, a) Ej. de caliza tipo Packstone de textura porosa, con cavidades; b) ej. de caliza tipo mudstone de grano fino; c) ej. de caliza tipo chalk (creta), grano muy fino y en la que suele aparecer concreciones de color oscuro.
- Fig. II.2.5. Clasificación granulométrica de la rocas sedimentarias y sedimentos detríticos según Adams et al. (1990, tabla 1).
- Fig. II.2.6. Clasificación de rocas ígneas a partir de la composición mineral y la textura (fuente: [http://tasacips.com/illustrations/Classification\\_of\\_igneous\\_rocks.jpg](http://tasacips.com/illustrations/Classification_of_igneous_rocks.jpg))
- Fig. II.2.7. Tabla clasificatoria de los basaltos según grado de vesicularidad, morfología y tamaño medio de las vesículas.
- Fig. II.2.8. Tabla clasificatoria de los basaltos según grado de granulometría.
- Fig. II.3.1. Secuencia experimental de manufactura de morteros y cúpulas. En primer lugar se rebaja una ranura circular a través de un piqueteado intensivo, y en segundo lugar se extrae la porción central mediante percusión indirecta (Schneider/Osbourne 1996, fig.8)
- Fig. II.3.2. Tabla con el registro de las trazas de manufactura observados sobre la superficies de los útiles.
- Fig. II.4.1. Tipología de molinos y moletas según Wright (1992, fig.4 y 6)
- Fig. II.4.2. Gestos técnicos utilizados en los implementos de molienda y trituración manuales: A, pounder-rubber, free motion; B, tall mortar, up-and down motion; C, shallow mortar, rotary motion with some pounding; D and E, saddle/quern/metate form, back-and-forth motion, showing two ways of channeling this motion (by curving the lower stone and by providing edges) (Storck and Teague 1952:44, copyright 1952 by the University of Minnesota, renewed 1980). Extraído de de Beune 2004, fig.12.
- Fig. II.4.3. Ejemplos de tipologías de útiles de molienda y trituración en base a los modos de funcionamiento. Elaboración propia.
- Fig. II.4.4. Propuestas tipológicas para el utillaje de molienda basadas en la morfología de las caras activas de los útiles y los gestos técnicos con los que son operados: a) Delgado (2008:315, fig.4.1.16, modificado a partir de Zimmermann 1988: Abb.37); b) Risch (2008); c) Nierle (1982, 2008, fig.1).

- Fig. II.4.5. Tipología de molinos manuales y con palanca propuesta por Bombardieri (2010) para el contexto del Próximo Oriente antiguo: a) molino a macinello; b) molino a macina semplice, y las 3 variantes morfológicas que presenta; c) molino assiro a scanalatura; d) molino a tramoggia o di Olinto; e) molino a mortaio (molino-mortero). Los tipos (a), (b) y (e) se documentan desde el periodo neolítico, mientras que el tipo (c) aparece a partir del siglo IX aC, y el tipo (d) a partir del siglo V aC.
- Fig. II.4.6. Ensayo de clasificación de molinos para el Natufiense final de Mallaha (a partir de Dubreuil 2002: 366, tabla 88).
- Fig. II.4.7. Morfologías en sección de molinos y moletas.
- Fig. II.4.8. Diagrama del análisis tipológico de los artefactos.
- Fig. II.4.9. Modos de utilización de los artefactos de molienda y trituración documentados en este trabajo.
- Fig. II.4.10. Ejemplos de tipos de útiles singulares procedentes de Jerf el Ahmar: a) JF40 (molino tipo 1d), b) JF427 (molino-mortero), y c) JF220 (moleta 1d, moleta-pilón). Las líneas discontinuas sobre el contorno de las vistas en sección indican la distribución de las caras activas.
- Fig. II.5.1. Sistema de cuatro niveles de observación diseñado para el análisis traceológico de las superficies de abrasión en este trabajo.
- Fig. II.5.2. Microscopio portátil para el análisis de objetos de grandes dimensiones. La toma de microfotografías se realiza mediante la conexión a un ordenador y con el software informático ScopePhoto®.
- Fig. II.5.3. Ejemplo de superficie 3D obtenida con el rugosímetro confocal (1mmx1mm) y el interferómetro (80x60µm).
- Fig. II.5.4. Clasificación general del estado de las superficies (Nivel 1 de observación, escala macroscópica). Ejemplo de dibujo técnico de un molino experimental con la distribución de trazas de desgaste macroscópicas.
- Fig. II.5.5. Morfología en sección del plató de homogeneización de las superficies.
- Fig. II.5.6. Principales criterios para describir las diferentes trazas de uso en el nivel 2 de observación (a partir de Adams et al. 2009).
- Fig. II.5.7. Grado de rugosidad de la microtopografía. Imágenes captadas con el rugosímetro y procesadas con software Topo® (LTDS).
- Fig. II.5.8. Morfología en planta del pulido (playas, puntos).
- Fig. II.5.9. Textura del pulido: micropitted, depósito, serrada.
- Fig. II.5.10. Grado de intensidad del brillo del pulido: bajo, medio, alto.
- Fig. II.5.11. Listado de experimentaciones realizadas en el trabajo de tesis (ver cap. 3.2).
- Fig. III.1.1. Clasificación de las materias primas líticas identificadas en los cuatro yacimientos estudiados.
- Fig. III.1.2. Tabla-resumen sobre los resultados del estudio de caracterización petrográfica por lámina delgada (anexo 1).
- Fig. III.1.3. Tabla resumen de la caracterización macroscópica del grado de vesicularidad de los basaltos y la morfología y el tamaño de las vesículas (variables descritas en la Fig. II.2.7, Cap. 2.2). El tamaño

medio de las vesículas se calcula tomando como referencia el diámetro de las vesículas más pequeñas (min.) y las más grandes (máx.) observadas sobre la superficie activa del ítem.

Fig. III.1.4. Tabla con los resultados del análisis granulométrico a partir de la observación macroscópica de los útiles en basalto de tell Halula y tell Aswad. Los grupos de basalto con grano más fino corresponden a las columnas sombreadas en gris claro, y los grupos de basalto de grano más grueso se muestran en las columnas sombreadas en gris oscuro. Consultar la definición de los grupos en la Fig. II.2.8 (cap.2.2).

Fig. III.1.5. Clasificación de las calizas en los yacimientos estudiados.

Fig. III.1.6. Clasificación de los soportes de materia prima utilizados entre las diversas rocas explotadas en cada yacimiento para el utillaje de molienda y trituración, siguiendo la propuesta de Wright (1992). Para esta aproximación, sólo se han contabilizado los ítems enteros o enteros-fragmentados (casi entero, parcialmente fragmentado).

Fig. III.1.7. Fragmento del mapa geológico de Siria a escala 1:1000000 (modificado a partir de Ponikarov 1966), correspondiente a la zona del Valle medio del río Éufrates. Los puntos negros señalan la ubicación de los yacimientos precerámicos de 1. Tell Halula, 2. Jerf el Ahmar y 3. Dja'de.

Fig. III.1.8. Corte esquemático del valle del Éufrates (extraído de Geyer & Besançon, 1996, fig.2).

Fig. III.1.9. Cronología y correspondencia de las diferentes denominaciones que han recibido las formaciones cuaternarias del Valle del Éufrates (extraído de Chambrade, 2012, fig.99). Se ha incluido también la descripción de la composición litológica de las terrazas pleistocénicas descritas por Sanlavielle (2004).

Fig. III.1.10. Mapa geológico de la región del valle alto del Éufrates siriano, extraído de Chambrade 2012 (p.62, fig.69), a partir de Ponikarov 1966, Sanlavielle 2004 y Wilkinson 2004.

Fig. III.1.11. Resultados del análisis litológico de clastos del Éufrates a partir de una muestra de grava procedente de Karşiyaka, en la zona de Birecik (Sur de Turquía). Realizada por Demir et al. (2008, tabla 3). La sutura Neotethys corresponde a la frontera geológica que separa la plataforma arábiga con el sur de Anatolia.

Fig. III.1.12. Los límites de los territorios microregionales propuestos por Chambrade en el caso de tell Halula (Chambrade 2012: 34, fig.165).

Fig. III.1.13. Geo-sistemas del territorio económico de tell Halula propuestos por Chambrade (2012: 134, fig.166).

Fig. III.1.14. Los límites de los territorios microregionales propuestos por Chambrade en el caso de Jerf el Ahmar (Chambrade 2012: 126, fig. 151).

Fig. III.1.15. Geo-sistemas del territorio económico de Jerf el Ahmar propuestos por Chambrade (2012: 126, fig.152).

Fig. III.1.16. Mapa del Valle medio del Éufrates con la ubicación de los puntos prospectados por la autora en relación con los yacimientos precerámicos de tell Halula y Jerf el Ahmar. Imagen extraída de Google Earth.

Fig. III.1.17. Descripción de las áreas-fuente prospectadas en relación al abastecimiento de materias primas líticas en el Valle medio del Éufrates.\* Para más información detallada sobre las muestras

petrográficas, ver el análisis petrográfico en Anexo 1. Las imágenes del entorno y la localización de las áreas prospectadas se encuentran en las figuras 3.1.1-3.1.5.

Fig. III.1.18. Mapa de la orografía y croquis geomorfológico del Oasis de Damasco, extraído de Chambrade (2012, fig.117), a partir de Van Liere 1960-61; Ponikarov 1966 y Kaiser et al. 1973.

Fig. III.1.19. Límites de los territorios microregionales (izquierda) y los geo-sistemas del territorio económico (derecha) de tell Aswad, según Chambrade (2012:144, figs.185-186).

Fig. III.2.1. Tablas de datos sobre el resumen de las cuatro experimentaciones realizadas.

Fig. III.2.2. Tablas de datos con la descripción de los bloques de materia prima utilizada para la manufactura de los útiles experimentales de molienda.

Fig. III.2.3. Tablas de datos con la descripción de los percutores utilizados en la exp.1 manufactura de los útiles de basalto.

Fig. III.3.1. Tabla resumen (arriba) y gráfico (abajo) con la distribución absoluta y porcentual de los materiales según categoría de útil en Jerf el Ahmar.

Fig. III.3.2. Patrones de fractura documentados en los útiles del equipo de molienda en Jerf el Ahmar.

Fig. III.3.3. Distribución absoluta de los útiles por niveles de ocupación en el cerro este (arriba) y en el cerro oeste (abajo), los cuales conforman el yacimiento de Jerf el Ahmar

Fig. III.3.4. Distribución de las categorías de útiles en función de la materia prima y del periodo de ocupación de Jerf el Ahmar. BA= basalto; CA=caliza; Packst.=packstone; Muds.=mudstone; Intrus.=intrusiva; Cuarc.=cuarcita.

Fig. III.3.5. Distribución absoluta y porcentual de los tipos de molinos en Jerf el Ahmar.

Fig. III.3.6. Ejemplos de los distintos útiles de molienda que pueden surgir combinando varios gestos técnicos en un mismo útil. Molino JF117 tipo 1a, utilizado ocasionalmente por percusión lanzada en el centro de la cara activa; molino JF1 de tipo 1d, con cúpula central; molino-mortero JF427 (superficie activa concrecionada); moleta JF302 de tipo 1d, con una cara activa de percusión apoyada en el anverso y otra cara activa de percusión lanzada en el extremo inferior.

Fig. III.3.7. Tabla resumen con las trazas de manufactura observadas en los molinos de Jerf el Ahmar, expresadas de forma unitaria (Molinos) y por tipos de molinos (1A, 1B, 1C y 1D).

Fig. III.3.8. Distribución absoluta de los molinos elaborados en basalto, caliza packstone y caliza mudstone de Jerf el Ahmar con los diferentes grados de modificación del contorno y del reverso (manufactura).

Fig. III.3.9. Trazas de manufactura en molinos de Jerf el Ahmar. Piqueteado en el reverso de JF75, y negativos de talla (indicados con flechas negras) en los molinos JF150, JF80 y JF1.

Fig. III.3.10. Tabla con los caracteres especiales documentados en los molinos de Jerf el Ahmar (izquierda). Distribución de los molinos con apertura de la cara activa según nivel de ocupación (derecha).

Fig. III.3.11. Ejemplos de molinos con los caracteres especiales documentados en Jerf el Ahmar: zona de evacuación /apertura distal (a) en el molino JF107; cúpula / concavidad (b) en el molino JF112; y la perforación (c) del molino JF143.

- Fig. III.3.12. Izquierda, variables métricas de los molinos: Long (longitud), Anch (ancho), Gros med (grosor medial), Gros max (grosor máximo), Prof Transv (profundidad transversal, Sup Act (superficie activa). Derecha, número de caras activas en los molinos de Jerf el Ahmar.
- Fig. III.3.13. Variables morfológicas: arriba, morfología en planta de los molinos; abajo, morfologías en sección de las caras activas de los molinos de Jerf el Ahmar.
- Fig. III.3.14. Morfología del reverso de los molinos según tipos (izquierda), y trazas de manufactura en el reverso según grupos morfológicos (derecha).
- Fig. III.3.15. Ejemplos de molinos tipo 1a de Jerf el Ahmar. Topografías: a, plataforma de homogeneización lisa; b, superficie piqueteada; y d, homogeneización muy rugosa con rascadas siguiendo el eje longitudinal del molino.
- Fig. III.3.16. Ejemplos de molinos tipo 1b y 1c de Jerf el Ahmar. Topografías: a, homogeneización rugosa; c, homogeneización lisa.
- Fig. III.3.17. Ejemplos de molinos tipo 1d de Jerf el Ahmar. Topografías: a, homogeneización rugosa; b, zonas de homogeneización lisa entre zonas rugosas, ambas en el interior de las cúpulas.
- Fig. III.3.18. Módulo Grosor máximo / Profundidad máxima de la cara activa utilizado para evaluar el grado de desgaste de los molinos de Jerf el Ahmar.
- Fig. III.3.19. Gráfico de barras con la distribución absoluta de los tipos de molinos a lo largo de las tres fases principales de ocupación del yacimiento.
- Fig. III.3.20. Tamaño máximo de los molinos a partir de la longitud máxima registrada en las distintas fases de ocupación de Jerf el Ahmar. \*Se han contabilizado los molinos enteros o enteros frag. Los molinos de la fase PPNA-PPNB se encuentran fragmentados y no han podido ser incluidos en el análisis.
- Fig. III.3.21. Distribución absoluta y porcentual de los tipos de moletas en Jerf el Ahmar.
- Fig. III.3.22. Tabla resumen con las trazas de manufactura observadas en las moletas de Jerf el Ahmar, expresadas de forma unitaria (Moletas) y por tipos de moletas (1A, 1B, 1C y 1D). El \* indica que se han incluido en la categoría Imperceptible aquellos útiles con doble cara activa opuestas entre sí.
- Fig. III.3.23. Arriba, número de caras activas y la relación entre sus localizaciones en las moletas: op (caras opuestas) y ad (caras adyacentes, es decir, cara anversa y extremo). Abajo, variables métricas de las moletas de Jerf el Ahmar: Long (longitud), Anch (ancho), Gros max (grosor máx.), Sup Act (superficie activa).
- Fig. III.3.24. Variables morfológicas: Arriba, morfología en planta de las moletas; abajo, morfologías en sección de las caras activas de las moletas.
- Fig. III.3.25. Moletas con caracteres especiales: a, moleta reaprovechada como percutor; b, moleta con dos caras activas de percusión apoyada opuestas entre sí y una tercera adyacente por percusión lanzada; c, moleta con sección longitudinal cóncava.
- Fig. III.3.26. Ejemplos de moletas tipo 1a y 1b de Jerf el Ahmar. Topografías: a y c, homogeneización lisa; b, homogeneización rugosa.

- Fig. III.3.27. Ejemplos de moletas tipo 1c y 1d de Jerf el Ahmar. Topografías: a, homogeneización muy rugosa asociada a un piqueteado anterior; c) homogeneización rugosa/parcialmente alisada; d, trazas de percusión lanzada con alisado en las zonas más altas.
- Fig. III.3.28. Moleta JF414 sobre basalto compacto con el reverso y el lateral manufacturado mediante piqueteado, y superficie activa con homogeneización de textura alisada. Moleta JF280 elaborada en pórfido tan sólo con la cara activa piqueteada, el resto del ítem sin modificar.
- Fig. III.3.29. Gráfico de barras con la distribución absoluta de los tipos de moletas a lo largo de las tres fases principales de ocupación del yacimiento.
- Fig. III.3.30. Tamaño máximo de las moletas a partir de la longitud máxima registrada en las distintas fases de ocupación de Jerf el Ahmar. Se han contabilizado las moletas enteras o enteras frag.
- Fig. III.3.31. Tabla resumen con las principales características de los morteros de Jerf el Ahmar. El signo\* indica los ítems que por fracturación no han podido ser medidos por completo.
- Fig. III.3.32. Ejemplos de morteros de Jerf el Ahmar. Tipo 1: JF55, homogeneización rugosa en la cara interna. Tipo 2: JF162, con evidencias de una cúpula en el fondo de la cara activa, cubierta por una concreción gruesa. Molino-mortero JF427, concreción en la cara activa.
- Fig. III.3.33. Tabla resumen con las principales características de los pilones de Jerf el Ahmar. Grupo 1 con una única cara activa; Grupo 2 con dos caras activas (op=caras opuestas; ad=adyacentes); Grupo mixto, ítems fracturados que podrían tener una o dos caras activas. Los valores de longitud máxima marcados con un \* corresponden a ítems fracturados. Morfología cara activa: PL=plana; CX=convexa; PL con CX=plana y contorno convexo. Trazas de uso: HL=Homogeneización lisa; HR=Homogeneización rugosa; Extrac=extracciones de lascas; Impactos (de percusión).
- Fig. III.3.34. Ejemplos de pilones del tipo 1 y del tipo 2 de Jerf el Ahmar, y un ejemplar de tipo indeterminado reutilizado como percutor. Topografías: a, homogeneización rugosa; b, surcos transversales; c, homogeneización lisa.
- Fig. III.3.35. Propuesta de modos de aparejamiento entre molinos, moletas y pilones a lo largo de dos estadios de uso de los artefactos de Jerf el Ahmar. Destaca la inexistencia de molinos de sección transversal convexa que debieron funcionar con las moletas de sección longitudinal cóncava (SL-CV) recuperadas en este poblado. Nótese que, en el segundo estadio de uso de los molinos 1a y 1d, la profundidad de la cara activa ha aumentado.
- Fig. III.3.36. Ítems de la categoría Otros de Jerf el Ahmar: la tabla de trabajo JF3, con trazas de raspado; el pilón en forma de campana (bell-shaped) JF409; JF 408 con restos de pigmento negro (a), rojizo (b) y trazas de percusión lanzada (fosillas) en los dos extremos.
- Fig. III.3.37. Distribución absoluta de los artefactos de Jerf el Ahmar según el contexto arqueológico y la fase de ocupación. El \* indica que, a pesar de no poder haber sido analizados en este trabajo, existe documentación de campo que informa de la presencia de más molinos in situ dentro de las casas formando estaciones de molienda.
- Fig. III.3.38. Distribución absoluta de los tipos de molinos y moletas de Jerf el Ahmar según contexto arqueológico.
- Fig. III.3.40. Distribución absoluta de los subtipos de molinos de base plana y base convexa en función del tipo de contexto arqueológico en el que fueron hallados.

- Fig. III.3.41. Instrumentos asociados al procesado de pigmentos minerales: molino JF63 (a-b), con superficie activa pulida y restos de pigmento rojo; pilón-moleta JF408 (c-e), con restos de pigmento negro y rojo.
- Fig. III.3.42. Tabla resumen (arriba) y gráfico (abajo) con la distribución de los materiales según categoría de útil y su grado de conservación.
- Fig. III.3.43. Patrones de fractura documentados en los útiles del equipo de molienda.
- Fig. III.3.44. Gráfico con la distribución absoluta de los materiales según categoría de útil y período histórico de tell Halula.
- Fig. III.3.45. Tabla distribución absoluta de los materiales según categoría de útil y materia prima en tell Halula. BAC (Basalto Compacto), BAV (Basalto Vesicular).
- Fig. III.3.46. Distribución de las categorías de útiles en función de la materia prima y el periodo de ocupación del yacimiento de tell Halula.
- Fig. III.3.47. Tabla resumen con las trazas de manufactura observadas en los molinos de tell Halula.
- Fig. III.3.48. Distribución absoluta de los molinos elaborados en basalto y en caliza de tell Halula con los diferentes grados de modificación del contorno y del reverso (manufactura).
- Fig. III.3.49. Resultados del análisis métrico de los molinos: izquierda, valores medios de las diversas medidas calculadas; derecha, registro de las caras activas de los molinos.
- Fig. III.3.50. Tripartición de los molinos de tell Halula en base a las variables métricas Ancho y Largo.
- Fig. III.3.51. Resultados de las variables morfológicas: arriba izquierda, morfología en planta de los molinos; arriba derecha, morfologías en sección de las caras activas de los molinos; abajo, morfología de la base o reverso de los molinos.
- Fig. III.3.52. Ejemplos de molinos tipo 1a de tell Halula. Topografías: a y c, plataforma de homogeneización rugosa con piqueteado anterior; b y d, plataforma de homogeneización lisa con piqueteado anterior.
- Fig. III.3.53. Ejemplos de molinos tipo 1b de tell Halula. Topografías: c y d, plataforma de homogeneización lisa.
- Fig. III.3.54. Molinos grupo 2: a, patrón de desgaste 2c; b y c, patrón de desgaste 2b.
- Fig. III.3.55. Distribución absoluta y porcentual de los tipos de molinos documentados en tell Halula.
- Fig. III.3.56. Módulo Grosor máximo del útil / Profundidad de la cara activa utilizado para evaluar el grado de desgaste de los molinos de tell Halula. Los ítems del grupo 2 no han sido incluidos debido al alto grado de fragmentación que presentan.
- Fig. III.3.57. Distribución absoluta de los tipos de molinos documentados en tell Halula a lo largo de los periodos de ocupación del poblado. \*adscripción dudosa al periodo histórico indicado.
- Fig. III.3.58. Tamaño máximo de los molinos del grupo 1 a partir de la longitud máxima registrada en los distintos periodos de ocupación de tell Halula. Los molinos del grupo 2 han sido excluidos debido al alto grado de fracturación que presentan, y que dificulta el cálculo de la longitud original del artefacto.
- Fig. III.3.59. Tabla resumen con las trazas de manufactura observadas en las moletas.



- Fig. III.3.60. Distribución absoluta de las moletas elaboradas en basalto y en caliza de tell Halula con los diferentes grados de modificación del contorno y del reverso (manufactura).
- Fig. III.3.61. Resultados del análisis métrico: arriba, valores medios de las diversas medidas calculadas; abajo, registro de las caras activas de los moletas.
- Fig. III.3.62. Tripartición de las moletas de tell Halula en base a las variables métricas Ancho y Largo.
- Fig. III.3.63. Resultados de las variables morfológicas: morfología en planta de las moletas (izquierda); morfologías en sección de las moletas (derecha).
- Fig. III.3.64. Distribución absoluta y porcentual de los tipos de moletas documentados en tell Halula.
- Fig. III.3.65. Moletas con morfologías singulares: a y b, moletas tipo 1a con sección longitudinal cóncava; c, moleta fracturada con doble cúpula y detalle de la superficie activa de trazas de uso.
- Fig. III.3.66. Ejemplos de moletas tipo 1a y 1b de tell Halula. Topografías: a, b y d, homogeneización rugosa con fosillas de un piqueteado anterior; c, fosillas de piqueteado; e, homogeneización lisa.
- Fig. III.3.67. Ejemplos de moletas tipo 2 de tell Halula. Topografías: a, pulido; b, homogeneización rugosa.
- Fig. III.3.68. Distribución absoluta de los tipos de moletas documentados en tell Halula a lo largo de los periodos de ocupación del poblado.\*adscripción dudosa al periodo histórico indicado.
- Fig. III.3.69. Distribución del largo de las moletas conservadas enteras o enteras fragmentadas de tell Halula, indicando el periodo histórico al que pertenecen.
- Fig. III.3.70. Propuesta de módulos de aparejamiento entre molinos y moletas a partir de la métrica.
- Fig. III.3.71. Tabla resumen de la caracterización de los morteros recuperados en tell Halula.
- Fig. III.3.72. Ejemplos de morteros de tell Halula. Tipo 1:HL-49-2038 (homogeneización rugosa en la cara activa). Tipo 2: HL-30AP-2095 (homogeneización lisa en la cara activa) y HL-49-2040.
- Fig. III.3.73. Tabla resumen con la caracterización general de los pilones de tell Halula. Tipo 1 =1 cara activa; Tipo 2= 2 caras activas opuestas. Los valores de longitud máx. marcados con un \* corresponden a ítems fracturados.Morfología cara activa: PL=plana; CX=convexa; PL cont CX=plana y contorno convexo. Trazas de uso: HL= Homogeneización lisa; HR= Homogeneización rugosa.
- Fig. III.3.74. Conjunto de pilones con trazas de manufactura, morfología cónica y pertenecientes al Tipo 1 de pilones de tell Halula.
- Fig. III.3.75. Ejemplos de pilones tipo 1 y tipo 2 de tell Halula. Las superficies activas muestran fosillas de impactos y pequeñas zonas de homogeneización lisa (percusión lanzada + percusión apoyada).
- Fig. III.3.76. Distribución absoluta de los tipos de morteros y pilones documentados en tell Halula a lo largo de los periodos de ocupación del poblado.\*= adscripción dudosa al periodo histórico indicado. Largo> = inferior a 130 mm; Largo> = superior a 130 mm.
- Fig. III.3.77. Tabla resumen con la caracterización general de los machacadores y cantos utilizados de tell Halula.Los valores de longitud máx. marcados con un \* corresponden a ítems fracturados. Caras activas: ady= adyacentes, op= opuestas. Trazas de uso: HL= Homogeneización lisa; HR= Homogeneización rugosa.

- Fig. III.3.78. Distribución absoluta y porcentual de los artefactos analizados de tell Halula según el contexto arqueológico en el que han aparecido.
- Fig. III.3.79. Tabla resumen con los ítems de molienda y trituración aparecidos en contexto funerario en tell Halula (M. Molist, J. Anfruns y A. Ortíz, com. pers.). Los ítems sin identificación (cursiva) se corresponden con piezas depositadas en el museo de Aleppo que no han podido ser analizadas en el transcurso de este trabajo.
- Fig. III.3.80. Fotografía de excavación de la sepultura E131 (cuadro 4D), con la presencia de un gran útil en forma de pilón junto al cráneo del individuo inhumado en posición sediente, posición que constituye el gesto funerario habitual durante el PPNB de tell Halula. Foto SAPPO/UAB.
- Fig. III.3.81. Estructura 4EFE104 ubicada en la habitación NE de la casa 4EFD (F.O.10, PPNB Medio), e interpretada como una banqueta para alojar un molino. Fotos SAPPO/UAB.
- Fig. III.3.82. Restos de vegetales conservados en forma de estructuras silicificadas sobre los suelos de ocupación del iwan de la casa 4HE (F.O. 10, PPNB Medio). Fotos SAPPO/UAB.
- Fig. III.3.83. Distribución absoluta de los artefactos de molienda y trituración en los cuadros de excavación de los sectores 1 y 2/4 de tell Halula, correspondientes a los niveles PPNB Medio y PPNB Reciente.
- Fig. III.3.84. Distribución absoluta de los artefactos de molienda y trituración en los cuadros de excavación de los sectores 1, 2/4, 7, 14, 30, 31, 32, 38, 44, 47 y 49 de tell Halula, correspondientes a los niveles Pre-Halaf y Halaf.
- Fig. III.3.85. Registro diacrónico de la frecuencia relativa de aparición y del número de individuos de los principales taxones cultivados y explotados documentados en tell Halula. La columna de *T. dicocum/monococum* hace referencia a bases de espiguilla, y el resto a semillas. Entre los cereales, los marcados en negrita corresponden a especies vestidas, y las no marcadas corresponden a especies desnudas. Datos del análisis: PPNB Medio nº carporrestos=664, nº UE=77; PPNB Reciente nº carporrestos=869, nº UE=19; Pre-Halaf nº carporrestos=198, nº UE=31; Halaf (promedio de Halaf antiguo, medio y reciente) nº carporrestos=1649, nº UE=56. Elaboración propia a partir de Buxó & Rovira (2013, figs. 4,5 y 6).
- Fig. III.3.86. Tabla resumen (arriba) y gráfico (abajo) con la distribución absoluta y porcentual de los materiales según categoría de útil en tell Aswad.
- Fig. III.3.87. Patrones de fractura documentados en los útiles del equipo de molienda de tell Aswad (arriba). Ejemplos de patrones de fractura 1, 2 y 6 en moletas (abajo).
- Fig. III.3.88. Distribución de los útiles de molienda y trituración por fases de ocupación A (fase cerámica) y B (fase precerámica), y por los niveles precerámicos establecidos (B5 - / B9) en tell Aswad.
- Fig. III.3.89. Distribución absoluta y porcentual de la materia prima de los útiles de molienda y trituración según categoría de útil.
- Fig. III.3.90. Distribución de las categorías de útiles en función de la materia prima y del periodo de ocupación de tell Aswad. BA=Basalto Compacto; BAV=Basalto Vesicular.
- Fig. III.3.91. Tabla resumen con las trazas de manufactura observadas en los molinos de tell Aswad.
- Fig. III.3.92. Distribución absoluta de los molinos elaborados en basalto compacto y basalto vesicular de tell Aswad con los diferentes grados de modificación del contorno y del reverso (manufactura).

- Fig. III.3.93. Izquierda, variables métricas de los molinos: Long (longitud), Anch (ancho), Gros med (grosor medial), Prof (profundidad transversal, Sup Act (superficie activa). Derecha, número de caras activas en los molinos de tell Aswad (2 prob= 2 probables).
- Fig. III.3.94. Variables morfológicas: arriba izquierda, morfología en planta de los molinos; arriba derecha, morfología en sección de las caras activas de los molinos; abajo, morfología del reverso de los molinos de tell Aswad.
- Fig. III.3.95. Distribución absoluta y porcentual de los tipos de molinos en tell Aswad.
- Fig. III.3.96. Molinos tipo 1a de tell Aswad. Topografía: c, homogeneización lisa. Las flechas negras indican negativos de talla.
- Fig. III.3.97. Molinos tipo 2 de tell Aswad. Topografía: a-b, homogeneización rugosa; c, pulido leve.
- Fig. III.3.98. Tabla resumen con las trazas de manufactura observadas en las moletas de tell Aswad.
- Fig. III.3.99. Distribución absoluta de las moletas elaboradas en basalto compacto, basalto vesicular y en pumita en tell Aswad con los diferentes grados de modificación del contorno y del reverso (manufactura).
- Fig. III.3.100. Variables métricas de las moletas de tell Aswad: Long (longitud), Anch (ancho), Gros (grosor máx.), Sup. act (superficie activa). Número de caras activas y la relación entre sus localizaciones en las moletas: op (caras opuestas) y ady (caras adyacentes, es decir, cara anversa y extremo); dos ejemplares con caras activas adyacentes probables (prob=probable).
- Fig. III.3.101. Variables morfológicas: Izquierda, morfología en planta de las moletas; derecha, morfología en sección de las caras activas de las moletas de tell Aswad.
- Fig. III.3.102. Distribución absoluta y porcentual de los tipos de moletas de tell Aswad.
- Fig. III.3.103. Moletas tipo 1a de tell Aswad. Topografías: a, homogeneización lisa; b, pulido a causa del contacto con la mano en el reverso (las flechas blancas indican la presencia de rascadas); c, fosillas de piqueteado.
- Fig. III.3.104. Moletas tipo 1b, 1c y 1d de tell Aswad. Topografía: a, homogeneización rugosa; b, homogeneización lisa; c, pulido intenso.
- Fig. III.3.105. Moletas tipo 2 de tell Aswad. Topografía: a, superficie altamente porosa; c, pulido; d, fosillas de percusión. Nota: las gruesas rascadas sobre la cara activa de AW45 fueron producidas en el proceso de excavación.
- Fig. III.3.106. Relación Ancho-Largo (mm) por tipo de molino (arriba) y de moleta (abajo) en el conjunto de tell Aswad. Únicamente se han contabilizado los ítems enteros o casi enteros.
- Fig. III.3.107. Propuesta de módulos de apareamiento entre molinos y moletas de tell Aswad a partir de la métrica.
- Fig. III.3.108. Distribución absoluta de los tipos de molinos y moletas documentados en tell Aswad a lo largo de las fases de ocupación del yacimiento.
- Fig. III.3.109. Tamaño de los molinos y moletas del grupo 1 a partir de la longitud máxima registrada en los distintos periodos de ocupación de tell Aswad. Sólo se han contabilizado los ítems enteros o enteros fracturados.

- Fig. III.3.110. Tabla resumen sobre los fragmentos de morteros hallados en tell Aswad.
- Fig. III.3.111. Fragmentos de mortero hallados en tell Aswad.
- Fig. III.3.112. Tabla resumen con la caracterización tecnológica y morfométrica de los pilones de tell Aswad.
- Fig. III.3.113. Ejemplos de pilones de los tipos 1 y 2 de tell Aswad.
- Fig. III.3.114. Distribución absoluta y porcentual de los artefactos analizados en tell Aswad según el contexto arqueológico en el que han aparecido.
- Fig. III.3.115. Distribución general de los útiles de molienda y trituración de las fases precerámicas (PPNB) de tell Aswad. Cada recuadro (carré) tiene un área de 25 m<sup>2</sup>. El color indica la densidad de útiles recuperados (ver leyenda a la derecha)
- Fig. III.3.116. Comparación entre un molino interpretado como pulidor de hachas procedente del yacimiento neolítico de Schipluiden, Holanda (extraído de Van Gijn & Houkes 2006, fig.8.16), y el molino AW11 de tell Aswad. El primero presenta una tipología y una distribución de trazas de uso muy similar a algunos molinos del grupo 2 con patrón 2b de tell Aswad (por ej. AW11).
- Fig. III.3.117. Distribución del instrumental de molienda y trituración por categoría de útil en tell Arqa procedente de las excavaciones de 1995, 2001-2004 y 2008-2010. Se trata de datos preliminares, puesto que el estudio está en curso de finalización.
- Fig. III.3.118. Determinación de la materia prima del utillaje de molienda y trituración de tell Arqa.
- Fig. III.3.119. Moleta hallado en tell Arqa de grandes dimensiones con negativos de talla en el reverso o zona de prensión.
- Fig. III.3.120. Resultados de la determinación de la morfología en planta de molinos (arriba) y moletas (debajo de tell Arqa).
- Fig. III.3.121. Resultados de la determinación morfológica en sección de molinos (izquierda) y moletas (derecha) de tell Arqa.
- Fig. III.3.122. Resultados del análisis de los molinos (arriba) y moletas (abajo) de tell Arqa.
- Fig. III.4.1. Morfología y partes constituyentes de una superficie 3D (Vargiolu 2008)
- Fig. III.4.2. Tabla resumen de la observación de las superficies de desgaste experimentales (Niveles 1 y 2). Los parámetros experimentales se especifican en el cap. 3.2. Notas: <sup>1</sup>Las rascadas aparecen con orientación longitudinal en el caso de los molinos, y en transversal/oblicuo en el caso de las moletas. <sup>2</sup>la aparición de estrías en el procesado de pieles animales se relaciona con la utilización de aditivos abrasivos durante la experimentación (ceniza, ocre).
- Fig. III.4.3. Tabla resumen de la observación de las superficies de desgaste arqueológicas (Niveles 1 y 2).
- Fig. III.4.4. Resultado del análisis de los patrones de macrodesgaste en los útiles de molienda de Jerf el Ahmar, tell Aswad, tell Halula y tell Arqa. La descripción de los patrones se indica en la fig. III.4.3.
- Fig. III.4.5. Resultados observación mediante microscopía óptica (metalográfico, nivel 3.1) de muestras experimentales. <sup>1</sup>= observación de pulido micropitted/deposit a partir de 12h de trabajo.

Fig. III.4.6. Resultados de la observación mediante microscopía metalográfica (Nivel 3.1) de los pulidos sobre muestras arqueológicas. <sup>1</sup>=Posibles ejemplos de reutilización de moletas de cereal para el procesamiento de otras materias.

Fig. III.4.7. Relación entre texturas de pulido y procedencia de las muestras arqueológicas.

Fig. III.4.8. Esquema explicativo del parámetro Curva de Abbot o cálculo del Área Portante (a partir de Vargiolu, 2008)

Fig. III.4.9. Resultados del área portante al 5% en las superficies arqueológicas y en las superficies experimentales analizadas.

Fig. III.4.10. Tabla-resumen de la definición estadística de los parámetros SPsK y SPeK (modificado a partir de Vargiolu, 2008)

Fig. III.4.11. Relación SPsK y SPeK sobre las muestras experimentales y arqueológicas analizadas.

Fig. III.4.12. Estadística univariante de los valores de SPsK y SPeK sobre muestras arqueológicas de los tres tipos de tipos textura de pulido identificados.

Fig. III.4.13. Resultado del cálculo de los valores de SPeK en muestras experimentales y arqueológicas. Las líneas de puntos indican algunas relaciones entre los valores SPeK de muestras de ambas naturalezas. Los prefijos h- (handstone=moleta) y q- (quern=molino) indican el tipo de útil. En la muestras arqueológicas el nombre del yacimiento ha sido abreviado: AW= tell Aswad, HL= tell Halula y AR= tell Arqa. En las muestras experimentales, los siguientes sufijos señalan la materia procesada: Ba (Barley H. vulgare=cebada), Wa (Wheat T. aestivum=trigo), Al (Almond=almendras), Be (Bean=haba), St (Stone against Stone=roca contra roca), HA (Hide with Ashes=piel animal con cenizas) y HO (Hide with Ochre=piel animal con ocre).

Fig. III.4.14. Descomposición de una señal por medio de ondículas, en comparación con el prisma de Newton (arriba, centro), y principio de descomposición multi-escala de una superficie (abajo) (Vargiolu,2008)

Fig. III.4.15. Representación esquemática del coeficiente SMA de una superficie a partir de su descomposición multi-escala. Fórmula del coeficiente SMA.

Fig. III.4.16. Resultado del coeficiente SMA sobre 8 muestras arqueológicas (AW= tell Aswad, HL= tell Halula y AR= tell Arqa), y una muestra experimental (molette E-7, moleta utilizada en el procesamiento de pieles animales, 2h). Tal como se indica en la fig. III.4.15., la parte izquierda del gráfico corresponde con la signatura de la rugosidad de la superficie.

Fig. III.4.17. Resultados del análisis morfológico de los fitolitos identificados en muestras de sedimento adherido a la superficie de dos ítems de tell Aswad y un ítem de tell Arqa. Arriba, clasificación de los fitolitos identificados según el tipo de planta; abajo, clasificación de los fitolitos identificados en función de la parte anatómica a la que pertenecen (a partir de Portillo & Albert, informe anexo X).

Fig. III.4.18. Comparación de morfometrías de fitolitos entre muestras arqueológicas de tell Aswad (AW02-M138, AW02-H135) y plantas modernas usando el método de vinculación inter-grupos del índice de correlación de Pearson (a partir de Portillo & Albert, anexo 2).

Fig. IV.1.1. Distribución absoluta del material estudiado en los tres yacimientos neolíticos, relacionado con el área aproximada de extensión del poblado y el área excavada de Jerf el Ahmar (Stordeur & Abbés 2002), tell Halula (Molist 2013) y tell Aswad (Stordeur et al. 2010). \* Nº de ítems analizados en el

capítulo 3.3.1 Jerf el Ahmar, mientras que la cifra inicial es una estimación del número total de artefactos.

Fig. IV.1.2. Distribución absoluta del material de molienda y trituración, relacionado con el área aproximada de extensión del poblado, y el área excavada de Jerf el Ahmar (Stordeur & Abbès 2002), Mureybet (Cauvin 1974; Nierle 2008) y tell Halula (Molist 2013) \* Nº de ítems analizados en el capítulo 3.3.1 Jerf el Ahmar, mientras que la cifra inicial es una estimación del número total de artefactos.

Fig. IV.1.3. Distribución absoluta del material de molienda y trituración, relacionado con el área aproximada de extensión del poblado, y el área excavada de tell Aswad (Stordeur et al. 2010), Ghoraife (de Contenson 1995) y tell Ramad (de Contenson 2000). \*Los datos de tell Ramad corresponden a la fase PPNB Reciente (fases I y II), a pesar de que de Contenson (2000) advierte que una parte proviene de los niveles superficiales.

Fig. IV.3.1. Grado de modificación del contorno (arriba) y del reverso (abajo) de los útiles de molienda (MOLIN=molinos; MOLET=moleta) de Jerf el Ahmar (JF), tell Halula (HL), y tell Aswad (AW). No se han incluido en la tabla los porcentajes de útiles con trazas de manufactura indeterminadas ni imperceptibles.

Fig. IV.3.2. Wilke & Quintero (1996, Plate 2a y c, 3a y c) útiles identificados en puntos de reducción en canteras del lower Colorado River, y útiles de molienda experimentales.

Fig. IV.3.3. Distribución absoluta del número de útiles documentados según tamaño de los molinos (arriba) y de las moletas (abajo) por yacimiento / periodo histórico. Sólo se contabilizan los ítems enteros o enteros frag., de ahí el reducido número de artefactos en tell Halula i tell Aswad.

Fig. IV.4.1. Resultados de la clasificación tipológica de molinos y moletas en los tres yacimientos neolíticos.

Fig. IV.4.2. Propuesta de módulos de aparejamiento a nivel morfométrico entre molinos y moletas de las tres series neolíticas estudiadas (Jerf el Ahmar, tell Halula y tell Aswad).

Fig. IV.4.3. Resultados del análisis morfológico de las caras activas de molinos y moletas de las cuatro series analizadas.

Fig. V.1. Aproximación al grado de inversión de trabajo en la manufactura de artefactos de molienda y trituración de Jerf el Ahmar, tell Halula y tell Aswad.

---

## Figuras Volumen II

Fig. 1.1.1.1. Localización de los yacimientos mencionados en el texto (Imagen extraída de GoogleMaps, realizado por B. Taha).

Fig. 1.2.1.1. Las fluctuaciones climáticas en el Próximo Oriente después del Máximo Glaciar (a partir de Chambrade 2012, Fig.18).

Fig. 1.4.1. Jerf el Ahmar: (a-b) Evolución de los modelos arquitectónicos en el Cerro Este y en el Cerro Oeste. (a) Área excavada durante las campañas de 1995-1999 (Stordeur & Abbès 2002).

Fig. 1.4.2. (a-b) Planimetría de los poblados sucesivos documentados en los niveles de ocupación I / W y II / W en el cerro oeste, y IV / E, I / E y -I / E en el cerro este de Jerf el Ahmar (Stordeur & Abbès 2002).

Fig. 1.4.3. Edificios comunitarios de Jerf el Ahmar, (a) EA30 y (b) EA53 (Stordeur & Abbès, 2002, fig.8). (b) Estructuras de almacenaje halladas en Jerf el Ahmar (Willcox & Stordeur 2012, fig.8). (c) Proporciones de centeno (*Secale*) y cebada (*H. spontaneum*) en 10 muestras procesadas de Jerf el Ahmar. (d-e) Restos de subproductos de cereales en los adobes de Jerf el Ahmar.

Fig. 1.4.4. Industria lítica y objetos con decoración figurativa (placas de piedra) y geométrica (vasos de piedra) de Jerf el Ahmar (Stordeur & Abbès 2002).

Fig. 1.4.5. Listado de taxones documentados en el yacimiento de Jerf el Ahmar. Se incluyen los números absolutos de las identificaciones (T) y la ubicuidad (Ub%), es decir, el porcentaje de muestras en las que está presente un taxón. Partes enteras o fragmentadas de las plantas cuentan como un ítem (Modificado a partir de Willcox et al. 2008).

Fig. 1.4.6. Porcentaje de valores de ubicuidad de un conjunto seleccionado de taxones vegetales, comparando los niveles inferiores y superiores de ocupación en Jerf el Ahmar (traducido a partir de Willcox & Stordeur 2012, fig.3). La ubicuidad se calcula a partir de la presencia/ausencia de un taxón en un número dado de muestras, y es considerada como una variable más significativa que los contajes absolutos. En el gráfico superior se muestran aquellos taxones que incrementan en los niveles más recientes. En el gráfico inferior se incluyen las gramíneas de pequeño grano (como el centeno, *Secale*) las cuales disminuye su presencia en los niveles más recientes y que por tanto su recolección se irá abandonando gradualmente.

Fig. 1.4.7. Restos de cereales silvestres carbonizados recuperados en Jerf el Ahmar: base de espiguilla (izquierda) y granos (derecha) de *H. spontaneum* (arriba); idem de *Secale* (abajo). (Willcox & Stordeur 2012, fig.2).

Fig. 1.4.8. Planimetría general del yacimiento de Tell Halula (Molist & Vicente 2013, fig.1).

Fig. 1.4.9. Fase de Ocupación 12 en el sector 4. Distribución de las casas en paralelo (Molist et al. 2009).

Fig. 1.4.10. Asentamientos de la Edad del Bronce en la llanura del Akkar (Thalman 2007).

Fig. 2.1.1. Esquema de la vida de uso de un artefacto de molienda (Dubreuil & Grosnan 2014).

Fig. 2.5.1. Ejemplos de topografías arqueológicas (Nivel de Observación 1).

Fig. 3.1.1. Imágenes de las prospecciones de campo en el wadi Jada Kebira (nº2) y en las terrazas de la zona de Jerablus (nº7), donde se hallaron soportes de pequeños tamaño en basalto (ver descripción en fig.III.1.17).

Fig. 3.1.2. Imágenes de las prospecciones de campo en el wadi Jada Seguira (nº3), donde se hallaron soportes de pequeños tamaño en basalto (ver descripción en fig.III.1.17). Imagen de la lámina delgada correspondiente a la muestra PHL-18.

Fig. 3.1.3. Imágenes de las prospecciones de campo en el afloramiento primario de Qalat Hadid (nº4), donde se hallaron soportes de todos los tamaños y texturas de basalto (ver descripción en fig.III.1.17). Imagen de la lámina delgada correspondiente a la muestra PHL-13.

Fig. 3.1.4. Imágenes de las prospecciones de campo en el río Nahr Sejur (nº5), donde se hallaron soportes de todos los tamaños y texturas de basalto (ver descripción en fig.III.1.17). Imagen de la lámina delgada correspondiente a la muestra PHL-17.

Fig. 3.1.5. Imágenes de las prospecciones de campo en la montaña al sur de Halula (nº8) y de Jerf el Ahmar (nº6), donde se hallaron soportes de todos los tamaños y varios tipos de calizas (ver descripción en fig.III.1.17). Imágenes de las lámina delgadas correspondientes a las muestras PHL-14-PHL12.

Fig. 3.1.6. Imágenes de las prospecciones de campo en el afloramiento primario de Hijjané (Oasis de Damasco), donde se hallaron soportes de todos los tamaños y texturas de basalto (ver descripción en el texto). Imagen de la lámina delgada correspondiente a la muestra PHL23.

Fig. 3.1.7. Imágenes de las prospecciones de campo en el afloramiento primario de Deir Janine (Valle del Akkar, Líbano), donde se hallaron soportes de todos los tamaños y texturas de basalto (ver descripción en el texto). Imagen de la lámina delgada correspondiente a la muestra PHL-34.

Fig. 3.2.1. Restos paleobotánicos documentados en Jerf el Ahmar. 1-2) Imágenes SEM de la “galleta de semillas” mostrando fragmentos de testa; 3) Imagen microscopio óptico de una radícula (parte del embrión de las plantas), observadas en abundancia en la fractura de la “galleta”; 4) Semilla fragmentada de Cruciferae; 5) Detalle del patrón reticular que forman los fragmentos de testa en la “galleta de semillas”; 6) Granos carbonizados de cebada (en la parte izquierda y parte superior, grano completo y fragmentos de grano con evidencias de haber sido fracturados con anterioridad a la carbonización, y en la parte inferior, grano fracturado con posterioridad a la combustión); 7) Granos de *Secale* sp. Jerf el Ahmar; 8) Izquierda, semilla de *Brassica* sp Jerf el Ahmar, y derecha, ejemplar actual sin testa; 9) Semilla *Capparis* sp. Jerf el Ahmar; 10) Izquierda, ejemplar moderno de *Amygdalus webbii*, y derecha, fragmento homólogo encontrado en Jerf el Ahmar. Imágenes 1-6 extraídas de Willcox (2002, Fig.4), e imágenes 7-10 procedentes de <http://g.willcox.pagesperso-orange.fr>.

Fig. 3.2.2. Restos carpológicos de tell Aswad (Van Zeist & Bakkers 1979).

Fig. 3.2.3. Evidencias de materiales susceptibles de ser procesados con utillaje de molienda y trituración. Tell Aswad: a) Cráneos modelados en las sepulturas y detalle de la pintura utilizada (Stordeur et al. 2010); b) Ornamentos sobre concha especie *Cypraea* (Alarashi 2010, fig.2a). Tell Halula: c-d-e y h) Hacha pulimentada (2GA14), útil sobre caliza (4HE1313), ornamentos sobre cornalina, turquesa y *Cypraea*, y punzón de hueso (Molist et al.2008); f) Pintura mural en la casa F/EC (Molist et al. 2008); g) Fragmentos de ocre encontrados en la sepultura 4DE131 (SAPPO, Ortíz en prep.)

Fig. 3.2.4. Imágenes de la exp.1 Manufactura útiles de molienda. a) Proceso de piqueteado inicial cara activa molino 3 y detalle de las fosillas de impacto de la percusión lanzada; b) Extracción accidental durante la manufactura del molino 3; c-d) Superficie original y proceso de piqueteado inicial molino 2; e) Formatización del reverso de la moleta 5 mediante piqueteado.

Fig. 3.2.5. Imágenes exp. 2.1 Descascarillado cereal vestido. a) Equipo molino2/moleta4 al inicio de la secuencia del procesado de *H. vulgare*; b) Descascarillado de *T. monococcum*; c) Descascarillado de *H. vulgare*, donde se observa la separación de las envolturas enteras señaladas con una flecha blanca; d) Distribución de las trazas de uso sobre la superficie activa del molino2 (tras 5h de



descascarillado)(Plató HR= Homogeneización rugosa), y detalle del plató central del molino2 (SLR macro 60mm).

Fig. 3.2.6. Imágenes de las diversas experimentaciones sobre el molino 3. a) Molienda de *T. aestivum*; b) Molienda de *Lens culinaris*; c) Abrasión caliza blanda; d) Abrasión madera; e) Abrasión hueso; f) Abrasión concha *Cypraea*. g-h) Distribución de las trazas de uso sobre las superficies activas del molino 3 y el molino 2 tras la molienda de *T. aestivum* (5h) (Plató HR= Homogeneización rugosa, HL= Homogeneización lisa), y detalle del plató central de ambas superficies (SLR macro 60mm).

Fig. 3.2.7. Imágenes de la exp.4.3. Procesado de pieles animales con el útil 6. a) Secado de la piel de cabrito; b) Flexibilización de la piel de cabrito con cenizas; c) Flexibilización de la piel de jabalí con ocre; d) detalle de los residuos de grasa y ocre sobre la superficie activa; e) Distribución de las trazas de uso sobre la cara activa (Plató HR= Homogeneización rugosa) y detalle de la superficie (SLR macro 60mm).

Fig. 3.2.8. Superficies experimentales sobre los molinos 2 y 1. Nivel 1 de observación (SLC con objetivo macro 60mm), y nivel 2 de observación (lupa binocular a 25x y a 50x).

Fig. 3.2.9. Superficies experimentales sobre el molinos 3. Nivel 1 de observación (SLC con objetivo macro 60mm), y nivel 2 de observación (lupa binocular a 25x y a 50x).

Fig. 3.2.10. Superficies experimentales sobre las moletas 7 y 6. Nivel 1 de observación (SLC con objetivo macro de 60mm), y nivel 2 de observación (lupa binocular a 25x y a 50x).

Fig. 3.3.1. Distribución absoluta y porcentual de la materia prima de los útiles de molienda y trituración según categoría de útil.

Fig. 3.3.2. Entorno actual del yacimiento de Jerf el Ahmar, Valle Medio del río Éufrates (a). Depósitos residuales de cantos fluviales de basalto compacto y cuarcita (b). Erosión de la montaña calcárea (c). Afloramiento de roca caliza tipo creta (d).

Fig. 3.3.3. Distribución absoluta y porcentual de la materia prima de los molinos de Jerf el Ahmar según tipo de molino.

Fig. 3.3.4. Relación Ancho-Largo (mm) por tipo de molino en el conjunto de Jerf el Ahmar. Únicamente se han contabilizado los ítems enteros o casi enteros.

Fig. 3.3.5. Caracterización tecnológica y funcional de los molinos de Jerf el Ahmar.

Fig. 3.3.6. Ejemplos de molinos tipo 1a de Jerf el Ahmar. Topografías: a, homogeneización rugosa junto trazas lineales en el centro superior de la cara activa; d, homogeneización lisa en el centro de la cara activa.

Fig. 3.3.7. Ejemplos de molinos tipo 1b y 1c de Jerf el Ahmar. Topografía: b, homogeneización muy rugosa.

Fig. 3.3.8. Ejemplos de molinos tipo 1d de Jerf el Ahmar. Topografías: a, negativos de talla en el reverso de la perforación; c, homogeneización lisa en el lateral de la cara activa fruto de un contacto más intenso con la moleta durante el primer estadio de uso como molino; d, superficie interior de la cúpula alisada y con evidencias de piqueteado anterior.

Fig. 3.3.9. Ejemplos de molinos hallados en los niveles IV/E, V/E y VI/E (fase PPNA I) de Jerf el Ahmar.

Fig. 3.3.10. Ejemplos de molinos hallados en los niveles III/E y II/E (fase PPNA I) de Jerf el Ahmar.

- Fig. 3.3.11. Ejemplos de molinos hallados en el nivel I/E (fase PPNA II) de Jerf el Ahmar. Topografía: f, superficie interior de la cúpula con bandas concéntricas de homogeneización lisa y rugosa.
- Fig. 3.3.12. Ejemplos de molinos hallados en los niveles O/E (PPNA II) y \_I/E (transición PPNA-PPNB) de Jerf el Ahmar. Topografía: e, homogeneización lisa en la zona de evacuación del producto.
- Fig. 3.3.13. Ejemplos de molinos hallados en los niveles II/W (fase PPNA II) y I/W (fase PPNA-PPNB) de Jerf el Ahmar. Topografía: c, piqueteado en el lateral de la cara activa y homogeneización lisa en el centro.
- Fig. 3.3.14. Microfotos de las superficies activas de los molinos de Jerf el Ahmar. a y b, centro cara activa molino JF70 con homogeneización lisa, y desgaste desigual de los componentes minerales (más acusado en la matriz de calcita); c, centro cara activa molino JF63 con pulido asociado con restos de pigmento mineral rojo; d, centro cara activa molino JF117 con pulido leve y estrías cortas y finas; e, lateral cara activa de JF117 con homogeneización rugosa; f, centro cara activa JF154 con homogeneización rugosa, piqueteado anterior y desprendimiento de granos.
- Fig. 3.3.15. Distribución absoluta y porcentual de la materia prima de las moletas de Jerf el Ahmar según tipo de moleta.
- Fig. 3.3.16. Relación Largo-Ancho por tipo de moleta en el conjunto de Jerf el Ahmar. Únicamente se han contabilizado los ítems enteros o casi enteros.
- Fig. 3.3.17. Caracterización tecnológica y funcional de las moletas de Jerf el Ahmar.
- Fig. 3.3.18. Ejemplos de moletas 1a y 1b de Jerf el Ahmar. Topografías: a, homogeneización lisa; d, zonas de homogeneización lisa y rugosa; e, restos de pigmento rojizo sobre pulido leve.
- Fig. 3.3.19. Ejemplos de moletas 1c y 1d de Jerf el Ahmar. Topografías: a, zonas de homogeneización lisa sobre fosillas de piqueteado anterior; d, homogeneización rugosa; e, trazas de percusión lanzada.
- Fig. 3.3.20. Ejemplos de moletas halladas en los niveles V/E, IV/E y III/E (fase PPNA I) de Jerf el Ahmar. Topografías: a, homogeneización rugosa; d, homogeneización lisa con desgaste desigual de los minerales.
- Fig. 3.3.21. Ejemplos de moletas halladas en los niveles O/E, I/E y II/W (fase PPNA II) de Jerf el Ahmar. Topografía: e, fosillas de piqueteado (posible reavivado reciente de la superficie activa).
- Fig. 3.3.22. Ejemplos de moletas halladas en los niveles V/E, IV/E y III/E (fase PPNA-PPNB) de Jerf el Ahmar. Topografía: e, homogeneización lisa.
- Fig.3.3.23. Microfotos de las superficies activas de las moletas de Jerf el Ahmar. Moleta 1a JF348 con fosillas de piqueteado (a), pequeñas áreas de homogeneización entre las fosillas de piqueteado (b), y superficies alisadas en el centro de la cara activa (c); moleta 1c JF253 homogeneización lisa en el centro de la cara activa (d); moleta 1c JF370 homogeneización rugosa con estrías cortas y oblicuas al eje mayor del ítem (e); moleta 1d JF277 con pulido (f) y estrías asociadas (g) en el centro de la cara activa, así como restos de pigmento rojizo en el extremo activo (h).
- Fig. 3.3.24. Morteros de Jerf el Ahmar. Ejemplos del tipo 1 (JF89, JF140), tipo 2 (JF67) y un ejemplar fracturado con cúpula en el interior (JF65). b y d, trazas de alisado.
- Fig. 3.3.25. Ejemplos de pilones del tipo 1 y del tipo 2 de Jerf el Ahmar. b, superficie activa con trazas de alisado; i-j, superficies activas con fosillas de percusión.

- Fig. 3.3.26. Contextos in situ con material de molienda en Jerf el Ahmar: casa EA10 (“cocina quemada”, ver descripción en el texto) (a partir de Stordeur & Willcox 2009; Willcox 2002; fotografías de D. Stordeur) y los útiles de molienda hallados en su interior: molinos JF48 y JF117, y la moleta JF181.
- Fig. 3.3.27. Contextos in situ con material de molienda en Jerf el Ahmar: casa EA54 y algunos de los útiles hallados en las estancias 3 (molino JF139, molino-mortero JF427) y 4 (moletas JF273, JF290, JF258, JF426).
- Fig. 3.3.28. Distribución espacial (por casas) y diacrónica (por niveles) del material de molienda y trituración en el cerro Este de Jerf el Ahmar.
- Fig. 3.3.29. Distribución espacial (por casas) y diacrónica (por niveles) del material de molienda y trituración en el cerro Oeste de Jerf el Ahmar. El \* indica que en la casa EA15 del nivel II/W fueron halladas un total de 12 moletas asociadas directamente con la estructura, y otras 21 vinculadas con el nivel de destrucción de la casa; \*\*se conoce la existencia de un cuarto molino en la casa quemada EA10 que no ha podido ser incluido en el estudio.
- Fig. 3.3.30. Distribución del material de molienda y trituración por tipos de artefactos (consultar texto para las definiciones de cada tipo).
- Fig. 3.3.31. Caracterización tecnológica y funcional de los molinos de tell Halula.
- Fig. 3.3.32. Ejemplos de molinos tipo 1a de tell Halula. Topografías: a y b, homogeneización lisa; d, piqueteado; e, pulido leve a causa de la fricción con el útil superior. Las flechas alrededor del contorno de los ítems indican extracciones por talla (manufactura).
- Fig. 3.3.33. Ejemplos de molinos tipo 1b de tell Halula. Topografías: a, homogeneización rugosa; b y c, homogeneización lisa; d, flechas indicando extracciones por talla en el contorno (manufactura).
- Fig. 3.3.34. Ejemplos de molinos tipo 2 de tell Halula. Topografías: a, pulido; c, homogeneización rugosa; d, superficie experimental (exp.3.1 abrasión de piedra caliza).
- Fig. 3.3.35. Tabla resumen de la descripción de las trazas del tipo 1a de molinos (nivel de observación 2, Patrón 1a). En los casos en los que se observa una diversidad de resultados se destaca el valor dominante (d).
- Fig. 3.3.36. Tabla resumen de la descripción de las trazas del tipo 2 de molinos (nivel de observación 2, Patrón 2b).
- Fig. 3.3.37. Tabla resumen de la descripción de las trazas del grupo 2 de molinos (nivel de observación 2, Patrón 2c).
- Fig. 3.3.38. Caracterización tecnológica y funcional de las moletas de tell Halula.
- Fig. 3.3.39. . Ejemplos de moletas tipo 1a de tell Halula. HL-4C-26, zoom de las trazas de manufactura del contorno, piqueteado y abrasión.
- Fig. 3.3.40. Ejemplos de moletas tipo 1b y tipo 2 de tell Halula. Topografías: a, b y d, pulido; c, piqueteado; e, superficie experimental (exp.4.3. limpieza piel animal).
- Fig. 3.3.41. Conjunto de moletas tipo 2 con patrón de trazas de uso 2b de tell Halula. Topografías: a, pulido con estrías cortas (orientación transversal); b, pulido.

- Fig. 3.3.42. Tabla resumen de la descripción de las trazas del tipo 1a de moletas (nivel de observación 2). En los casos en los que se observa una diversidad de resultados se destaca el valor dominante (d).
- Fig. 3.3.43. Tabla resumen de la descripción de las trazas del tipo 2 de moletas con patrón de desgaste 2b (nivel de observación 2). En los casos en los que se observa una diversidad de resultados se destaca el valor dominante (d).
- Fig. 3.3.44. Tabla resumen de la descripción de las trazas del tipo 2 de moletas con patrón de desgaste 2c (nivel de observación 2). En los casos en los que se observa una diversidad de resultados se destaca el valor dominante (d).
- Fig. 3.3.45. Ejemplos de morteros tipo 1 y tipo 2 de tell Halula. Topografías: a, homogeneización rugosa con estrías concéntricas; b, homogeneización lisa; c, homogeneización lisa con algunas estrías (orientación oblicua). Las flechas alrededor de la base indican extracciones por talla (manufactura).
- Fig. 3.3.46. Ejemplos de pilones tipo 1, tipo 2 y grupo fracturado (Frag) de tell Halula. Topografías: a, fosillas de impactos; b, fosillas de impactos y pequeñas zonas de homogeneización lisa.
- Fig. 3.3.47. Ejemplos de la categoría de útiles denominada Otros de tell Halula: canto trabajado HL-2F-776 (a, trazas de homogeneización lisa con estrías oblicuas), machacador HL-1Z`-198 (b, fosillas de impactos) y bandeja con superficie activa pulida HL-1C-51.
- Fig. 3.3.48. Contexto singular en la casa EFD (cuadro 4EF, Fase de ocupación 10, PPNB Medio) de tell Halula. En la habitación NE apareció el molino HL-4EF-2119 (a) reutilizado en el peldaño de la puerta de acceso y una posible banqueta para la molienda (4EFE104). Un conjunto de moletas (b, HL-4EF-2118; c, HL-4EF-2117) fueron halladas en la habitación anexa (NW). Fotos SAPPO/UAB.
- Fig. 3.3.49. Agrupación de útiles de molienda en una zona exterior del sector 47 de tell Halula (Pre-Halaf). Foto SAPPO/UAB.
- Fig. 3.3.50. Distribución absoluta y porcentual de la materia prima de los útiles de molienda y trituración según categoría de útil.
- Fig. 3.3.51. Tabla resumen de los materiales macrolíticos estudiados por de Contenson (1995:125-128). No se han incluido en esta tabla los materiales en superficie, ni los objetos tipo cilindros pulidos, figurinas, etc., los cuales no guardan ninguna relación con actividades de molienda, abrasión o trituración. BA=Basalto; CA=Caliza.
- Fig. 3.3.52. Caracterización tecnológica y funcional de los molinos de tell Aswad.
- Fig. 3.3.53. Ejemplos de molinos tipo 1a de tell Aswad. Topografías: a-c, pulido; b, piqueteado; d-e, homogeneización rugosa.
- Fig. 3.3.54. Ejemplos de molinos tipo 2 de tell Aswad. Topografías: a y d, Homogeneización lisa; b y c, pulido; d-e, homogeneización rugosa con restos de materia colorante. Arriba derecha, referencia etnográfica de talla lítica en Konso (Etiopia), utilizando una losa macrolítica (Brand & Weedman 2002, fig.5).
- Fig. 3.3.55. Caracterización tecnológica y funcional de las moletas de tell Aswad.
- Fig. 3.3.56. Ejemplos de moletas tipo 1a de tell Aswad. Topografías: a, zona piqueteada; b, pulido por contacto con la mano del usuario; c-c-e, pulidos laborales.

- Fig. 3.3.57. Ejemplos de moletas tipo 1b, 1c y 1d de tell Aswad. Topografías: a-b, homogeneización lisa; b y d, pulidos; e, trazas de percusión. Restes de materia colorante en AW114.
- Fig. 3.3.58. Ejemplos de moletas tipo 2 de tell Aswad. Topografías: a-b-c-d, pulidos intensos; con rascadas en AW6, y presencia de restos de materia colorante en AW69.
- Fig. 3.3.59. Imágenes de superficies mediante lupa binocular (Nivel de observación 2). Moletas tipo 1a de tell Aswad.
- Fig. 3.3.60. Ejemplos de pilones tipo 1 y tipo 2 de tell Aswad. Topografías: a y d, trazas de percusión; b y c, pulidos.
- Fig. 3.3.61. Sepultura del PPNB Reciente str. 223 (locus ZN124), procedente de una de las zonas funerarias de tell Aswad (cortesía de D. Stordeur, com.pers.). Entre el ajuar funerario, se halló un conjunto de cuatro moletas del tipo 2 (AW28, AW29, AW30 y AW31). Todas las topografías muestran un aplanado de la superficie sin apenas trazas de alisado.
- Fig. 3.4.1 Ejemplo de análisis de superficies sobre una moleta de tell Aswad (AW02-R129-2) a través de los cuatro de niveles de observación.
- Fig. 3.4.2. Listado de muestras experimentales extraídas para el análisis de superficies. Los parámetros experimentales son expuestos en el cap.3.2.
- Fig. 3.4.3. Listado de muestras arqueológicas extraídas para el análisis de superficies. Los prefijos JF (Jerf el Ahmar), HL (tell Halula), AW (tell Aswad) y AR (tell Arqa) indican la procedencia de los ítems muestreados.
- Fig. 3.4.4. Ejemplo superficies 3D y 2D obtenidas con el confocal sobre una muestra arqueológica correspondiente a la superficie activa de una moleta de basalto, y extracción de un perfil de la topografía (línea discontinua sobre la imagen 2D).
- Fig. 3.4.5. Observación de superficies experimentales con el microscopio metalográfico (Nivel 3.1) y extracción de superficies 3D con el confocal (Niveles 3.2) y con el interferómetro (Nivel 4.1).
- Fig. 3.4.6. Observación de superficies arqueológicas con el microscopio metalográfico (Nivel 3.1) y extracción de superficies 3D con el confocal (Niveles 3.2) y con el interferómetro (Nivel 4.1). Las muestras se han clasificado en función del tipo de textura de pulido identificado: micropitted, micropitted/deposit y deposit.
- Fig. 3.4.7. Observación de ítems arqueológicos pertenecientes al grupo artefactual G1: observación a escala macroscópica (Nivel 1); observación de la microtopografía (Nivel 2); microscopio metalográfico (Nivel 3.1) y extracción de superficies 3D con el confocal (Niveles 3.2) y con el interferómetro (Nivel 4.1).
- Fig. 3.4.8. Observación de ítems arqueológicos pertenecientes al grupo artefactual G2: observación a escala macroscópica (Nivel 1); observación de la microtopografía (Nivel 2); microscopio metalográfico (Nivel 3.1) y extracción de superficies 3D con el confocal (Niveles 3.2) y con el interferómetro (Nivel 4.1).
- Fig. 3.4.9. Tabla con los resultados del análisis de fitolitos sobre muestras arqueológicas realizado por M. Portillo y R. M. Albert (UB). <sup>1</sup>La nomenclatura de las muestras se corresponde con la establecida en los trabajos de Bofill et al. aceptado, Portillo et al. submitted y Portillo & Albert (anexo 2).

Fig. 3.4.10. Observación de ítems arqueológicos pertenecientes al grupo artefactual G1: observación a escala macroscópica (Nivel 1); observación microscópica de las zonas pulidas (Nivel 3.1); y identificación de fitolitos diagnósticos de cereales conservados sobre las superficies activas de los útiles.

Fig. 3.4.11. Resultados del análisis de fitolitos sobre muestras experimentales (a partir de Portillo et al. submitted, Tabla 3).

Fig. 3.4.12. Fitolitos observados sobre las muestras experimentales (a partir de Portillo et al. submitted, fig.3): a) Estructura multicelular de células largas dendríticas con papillae procedente de la inflorescencia de *T. monococcum* (muestra exp.2); b) Estructura multicelular procedente de la superficie de la moleta experimental tras la molienda de *T. monococcum* (muestra exp.12).

## *Bibliografía*

- Abbès, F. (2007). Les débitages laminaires de la fin du PPNA (Jerf el Ahmar, Mureybet, Cheikh Hassan). In L. Astruc, D. Binder, & F. Briois (Eds.), *Systèmes techniques et communautés du Néolithique précéramique au Proche-Orient. Actes du 5e colloque international (Fréjus, 29 février - 5 mars 2004)* (pp. 127–136). Antibes: APDCA.
- Abbès, F. (2008). Wadi Tumbaq 1: A Khiamian Occupation in the Bal'as Mountains. *Neo-Lithics*, 1(8), 3–8.
- Adams, A. E., MacKenzie, W. S., & Guilford, C. (1990). *Atlas de rocas sedimentarias*. Barcelona: Masson.
- Adams, J. (1988). Use-Wear Analyses on Manos and Hide-Processing Stones. *Journal of Field Archaeology*, 15(3), 307–315.
- Adams, J. (1989a). Experimental replication of ground stone tools. *Kiva*, 54, 261–71.
- Adams, J. (1989b). Methods for improving ground stone artifact analysis: experiments in mano wear patterns. In D. S. Amick & R. P. Mauldin (Eds.), *Experiments in Lithic Technology* (pp. 259–276). Oxford: BAR International Series 528.
- Adams, J. (1999). Refocusing the role of food-Grinding tools as correlates for subsistence strategies in the U.S Southwest. *American Antiquity*, 64(3), 475–498.
- Adams, J. (2002). *Ground Stone Analysis. A Technological Approach*. Salt Lake City: The University of Utah Press.
- Adams, J. (2008). Beyond the broken, In: New approaches to old stones. In Yorke M. Rowan and Jennie R. Ebeling (Eds.) *New approaches to old stones*. Equinox Publishing, London.
- Adams, J., Delgado, S., Dubreuil, L., Hamon, C., Plisson, H., Risch, R., & Eigeland, L. (2009). Functional Analysis of macro-lithic artefacts: a focus on working surfaces. In F. Sternke, L. Eigeland, & L.-J. Costa (Eds.), *Non-Flint Raw Material Use in Prehistory. Old prejudices and new directions. Proceedings of the XV World Congress (Lisbon, 4-9 September)*. UISPP (pp. 43–66). Oxford: BAR International Series 1939.
- Akkermans, P. M. M. G. (1993). *Villages in the Steppe . Later Neolithic Settlement and Subsistence in the BalikhValley, Northern Syria*. Ann Arbor: International Monographs in Prehistory.
- Akkermans, P. M. M. G., Brüning, M. L., Huigens, H. O., & Nieuwenhuyse, O. (Eds.). (2014). *Excavations at Late Neolithic Tell Sabi Abyad, Syria. The 1994-1999 field seasons*. Turnhout: Brepols.
- Akkermans, P. M. M. G., & Schwartz, G. M. (2003). *The Archaeology of Syria. From Complex Hunter-Gatherers to Early Urban Societies (ca. 16,000-300 BC)*. Cambridge: Cambridge World Archaeology Series.



- Alarashi, H. (2010). Shell beads in the Prepottery Neolithic B in Central Levant: note about the Cypraeidae of Tell Aswad (Damascus, Syria). In E. Álvarez Fernandez & D. R. Carvajal Contreras (Eds.), *Not only food: Marine, Terrestrial and Freshwater molluscs in Archaeological sites. Proceedings of the 2nd ICAZ Archaeomalacology Working group, Santander, 2008* (pp. 88–98). Munibe Suplemento 31.
- Albert, R. M., & Portillo, M. (2005). Plant uses in different Bronze and Iron Age settlements from the Nuoro Province (Sardinia). The results of phytolith analyses from several ceramic fragments and grinding stones. *Anejos de Complutum*, 10, 109–119.
- Albert, R. M., Tsatskin, A., Ronen, A., Lavi, O., Estroff, L., Lev-yadun, S., & Weiner, S. (1999). Mode of occupation of Tabun Cave, Mt. Carmel, Israel during the Mousterian Period : A study of the sediments and phytoliths. *Journal of Archaeological Science*, 26(10), 1249–1260.
- Alonso, N., Antolín, F., & López, D. (2013). The effect of dehusking on cereals: experimentation for archaeobotanical comparison. In P. C. Anderson, C. Cheval, & A. Durand (Ed.), *An interdisciplinary focus on plant-working tools. XXXIIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*. Antibes: APDCA
- Anderson, P. C. (1992). Experimental cultivation, harvest and threshing of wild cereals and their relevance for interpreting the use of Epipaleolithic and Neolithic tools. In P. C. Anderson (Ed.), *Préhistoire de l'Agriculture* (pp. 179–209). Paris.
- Anderson, P. C. (1999). Experimental cultivation, harvest and threshing of wild cereals and their relevance for interpreting the use of Epipaleolithic and Neolithic artefacts. In P. C. Anderson (Ed.), *Prehistory of agriculture: New experimental and ethnographic approach* (pp. 118–144). Los Angeles: University of California Archaeology Institute Press.
- Anderson, P. C. (2000). La tracéologie comme révélateur des débuts de l'agriculture. In J. Guilaine (Ed.), *Premiers paysans du monde: Naissance des agricultures* (pp. 97–120). Paris: Editions Errance.
- Anderson, P. C., Astruc, L., Vargiolu, R., & Zahouani, H. (1998). Contribution of quantitative analysis of surface states to a multi-method approach for characterizing plant-processing traces on flint tools with gloss. In *Functional analysis of lithic artefacts: current state of the research. Proceedings of the XIII Congress (Forli, 8 - 14 september 1996)*. UISPP. (pp. 1151–1160). Forli: ABACO Edizioni.
- Anderson, P. C., Georges, J.-M., Vargiolu, R., & Zahouani, H. (2006). Insights from a tribological analysis of the tribulum. *Journal of Archaeological Science*, 33(11), 1559–1568.
- Anderson-Gerfaud, P. (1981). *Contribution méthodologique à l'analyse des microtraces d'utilisation sur les outils préhistoriques*. [Thèse de 3ème année] Université de Bordeaux.

- Anderson-Gerfaud, P. (1983). Consideration of the uses of certain backed and “lustred” stone tools from the late mesolithic and natufian levels of Abu Hureyra and Mureybet (Syria). In M.-C. Cauvin (Ed.), *Traces d'utilisation sur les outiles néolithiques de Proche Orient* (pp. 77–105). Lyon: Maison de l'Orient et de la Méditerranée.
- Anfruns, J., Estebananz, J., Martínez, L. M., & Pérez-Pérez, A. (2013). La población neolítica de Tell Halula (Siria). Estudio antropológico (campañas 1995-2005). In M. Molist (Ed.), *Tell Halula. Un poblado de los primeros agricultores en el Valle del Éufrates, Siria. Memoria científica 1995-2000* (pp. 440–449). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Anfruns, J., & Molist, M. (1996). Estructuras de enterramiento y prácticas funerarias. In M. Molist (Ed.), *Tell Halula (Siria). Un yacimiento neolítico del valle medio del Éufrates. Campañas de 1991 y 1992* (pp. 151–160). Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Antolín, F. (2013). *Of cereals, poppy, acorns and hazelnuts. Plant economy among early farmers (5500-2300 cal BC) in the NE of the Iberian Peninsula. An archaeobotanical approach*. [Ph. D. Thesis] Universitat Autònoma de Barcelona.
- Arenas, I. V. (1990). *Arqueología, Ciencia y Sociedad: Ensayo Sobre Teoría Arqueológica y la Formación Económico Social Tribal en Venezuela*. Texas: Editorial Abre Brecha.
- Asouti, E., & Fuller, D. Q. (2013). A Contextual Approach to the Emergence of Agriculture in Southwest Asia: Reconstructing Early Neolithic Plant-Food Production. *Current Anthropology*, 54(3), 299–345.
- Astruc, L., Jautée, E., Vargiolu, R., & Zahouani, H. (2001). La texture des matières siliceuses et son influence sur la nature et le développement des traces d'usure: apport de méthodes expérimentales. L'exemple des cherts de la formation de Lefkara (Chypre). In L. Bourguignon, I. Ortega, & M.-C. Frère-Sautot (Eds.), *Préhistoire et approche expérimentale* (pp. 205–224). Montagnac: Monique Mergoil.
- Astruc, L., Vargiolu, R., Zahouani, H. (2003). Wear assessments of prehistoric instruments. *Wear*, 255, 341–347.
- Astruc, L., Vargiolu R. (Eds.). (2004). La tribologie. *Dossiers d'Archéologie*, 290.
- Audouin, F., & Beyries, S. (Eds.). (2004) *Le travail du cuir de la Préhistoire à nos jours, actes des XXII<sup>e</sup> rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes (18-20 octobre 2001)*. Antibes, APDCA.
- Audouin, F., & Plisson, H. (1982). Les ocres et leurs témoins au Paléolithique en France: enquête et expériences sur leur validité archéologique. *Cahiers Du Centre de Recherches Préhistoriques Paris*, 8, 33–80.
- Aurenche, O., Cauvin, J., Cauvin, M.-C., Copeland, L., Hours, F., & Sanlaville, P. (1981). Chronologie et organisation de l'espace dans le proche orient de 12000 à 5600 avant J.C.

- (14000 à 7600 BP). In J. Cauvin & P. Sanlaville (Eds.), *Préhistoire du Levant* (pp. 571–578). Paris: CNRS.
- Aurenche, O., Galet, P., Régagnon-Caroline, E., & Évin, J. (2001). Proto-Neolithic and Neolithic cultures in the Middle East. The birth of agriculture, livestock raising, and ceramics. A calibrated 14C Chronology 12.500-5.500 cal BC. *Radiocarbon* 43, 3, 1191–1202.
- Aurenche, O., & Kozłowski, S. K. (1999). *La naissance du Néolithique au Proche-Orient: ou le paradis perdu*. Paris: Editions Errance.
- Aurenche, O., & Kozłowski, S. K. (2003). *El Origen Del Neolítico en el Próximo Oriente: El Paraíso Perdido*. Barcelona: Ariel Prehistórica.
- Bar Yosef, O. (1991). The Early Neolithic of the Levant: Recent Advances. *The Review of Archaeology*, 12(2), 1–18.
- Bate, L. F. (1977). *Arqueología y materialismo histórico*. Mexico: Ediciones de Cultura Popular.
- Belfer-Cohen, A. (1988). *The Natufian settlement of Hayonim Cave. A hunter-gatherer band on the threshold of agriculture*. [Ph. D. Thesis] The Hebrew University of Jerusalem.
- Belfer-Cohen, A., & Bar Yosef, O. (2002). Early Sedentism in the Near East. A Bumpy Ride to Village Life. In I. Kuijt (Ed.), *Life in Neolithic Farming Communities: Social Organization, Identity, and Differentiation* (pp. 19–37). Springer.
- Belmont, L. (1999). *Implantation géographique de trois sites néolithiques précéramiques dans la vallée de l'Haut Euphrate Syrien: Jerf el Ahmar, Dja'de, Halula*. Mémoire DEA. Université Lyon 2.
- Besançon, J. (1981). Stratigraphie et chronologie. In J. Cauvin, & P. Sanlaville (Eds.) *Préhistoire du Levant: chronologie et organisation de l'espace depuis les origines jusqu'au VI<sup>e</sup> millénaire. Colloques internationaux du Centre national de la recherche scientifique* (Lyon, 10-14 juin 1980). Lyon: CNRS
- Besançon, J., & Sanlaville, P. (1981). Aperçu géomorphologique sur la vallée de l'Euphrate syrien. *Paléorient*, 7(2), 5–18.
- Besançon, J., & Sanlaville, P. (1985). Le Milieu Géographique. In P. Sanlaville (Ed.), *Holocène Settlement in North Syria: Resultats de Deux Prospections Archéologiques Effectuées Dans la Région Du Nahr Sajour Et Sur Le Haut Euphrate Syrien* (pp. 7–22). Oxford: BAR 238.
- Besançon, J., & Geyer, B. (2003). La géomorphologie de la basse vallée de l'Euphrate syrien. Contribution à l'étude des changements de l'environnement géographique au Quaternaire. In B. Geyer, & J.-Y. Monchambert (dir.), *La basse vallée de l'Euphrate syrien de Néolithique à l'avènement de l'Islam: géographie, archéologie et histoire* (pp. 7-59). Beyrouth: Institut Français du Proche-Orient.

- Blanchet, G., Sanlaville, P., & Traboulsi, M. (1997). Le Moyen-Orient de 20.000 ans BP à 6.000 ans BP. Essai de reconstitution paléoclimatique. *Paléorient*, 23(2), 187–196.
- Beyries, S., Delamare, F., & Quantin, J.C. (1987). Étude quantitative des traces d'utilisation sur outils lithiques par rugosimétrie tridimensionnelle. *Archéologues et Ordinateur*, 10, 3-8.
- Bofill, M., Portillo, M., Molist, M., & Albert, R. M. (submitted). Processing activities during the Levantine Neolithic and Early Bronze Ages using phytolith and use-wear analyses of grinding stone tools. In *Proceedings of the VIII International Conference on the Archaeology of the Ancient Near East (Warsaw, April 30 - May 4 2012)*. Warsaw: University of Poland
- Bofill, M. (n.d.). Grinding stone tools at Tell Arqa (Lebanon). [Unpublished].
- Bofill, M. (2012). Quantitative analysis of use-wear patterns: a functional approach to study grinding stone tools. In F. Borrell, M. Bouso, A. Gómez, C. Tornero, & O. Vicente (Eds.), *Broadening Horizons 3. Conference of Young Researchers Working in Ancient Near East, Barcelona July 2010* (pp. 63–84). Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Bofill, M., & Taha, B. (2013). Experimental approach to hide-processing tasks combining the use of bone and basalt tools. The Neolithic case of Tell Halula (Middle Euphrates Valley, Syria). In A. Palomo, R. Piqué, & X. Terradas (Eds.), *Experimentación en arqueología. Estudio y difusión del pasado* (Vol. 4, pp. 45–55). Girona: MAC-Girona 25.1.
- Bombardieri, L. (2010). *Pietre de macina, macine per mulini. Definizione e sviluppo delle tecniche per la macinazione nell'area del Vicino Oriente e del Mediterraneo orientale antico*. Oxford: BAR International Series 2055.
- Borrell, F. (2010). Characterizing flint outcrops in secondary position. A study case: the Euphrates terraces and their exploitation during the 8th-7th millennia cal BC. In H. Alarashi, M.-L. Chambrade, S. Gondet, A. Jouvenel, C. Sauvage, & H. Tronchère (Eds.), *Regards croisés sur l'étude archéologique des paysages anciens. Nouvelles recherches dans le Bassin méditerranéen, en Asie centrale et au Proche et au Moyen-Orient* (pp. 117–128). Lyon: Maison de l'Orient et de la Méditerranée.
- Borrell, F., & Molist, M. (2014). Social Interaction at the End of the Pre-Pottery Neolithic B: an inter-site analysis in the Euphrates Valley. *Cambridge Archaeological Journal*, 24(02), 215–232.
- Brenet, M., Sanchez-Priego, J., & Ibañez-Estevez, J. J. (2001). Les pierres de construction taillées en calcaire et les herminettes en silex du PPNA de Jerf el Ahmar (Syrie), analyses technologique et expérimentale. In L. Bourguignon, I. Ortega, & M.-C. Frère-Sautot (Eds.), *Préhistoire et approche expérimentale* (pp. 121–164). Montagnac: Monique Mergoil.
- Briand, B., & Santallier, D. (1999). Rapport géochimie basaltes Syrie. In E. Coqueugniot (Ed.), *The excavation of Dja'de el Mughara (Syrie)*. French Foreign Ministry [Unpublished].

- Brandt, S., & Weedman, K. (2002). The ethnoarchaeology of hide working and stone tool use in Konso, Southern Ethiopia: an introduction. In Audouin, F., & Beyries, S. (Eds.). (2004) *Le travail du cuir de la Préhistoire à nos jours, actes des XXII<sup>e</sup> rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes (18-20 octobre 2001)*. Antibes, APDCA.
- Buxó, R., & Rovira, N. (2013). Tell Halula: arqueobotánica de los restos de semillas y frutos. In M. Molist (Ed.), *Tell Halula. Un poblado de los primeros agricultores en el Valle del Éufrates, Siria. Memoria científica 1995-2000* (pp. 359–389). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Calvo Trias, M. (2007). *Tallando la piedra. Formas, funciones y usos de los útiles prehistóricos*. Madrid: Ariel.
- Campana, D. V. (1989). *Natufian and Protoneolithic bone tools: the manufacture and use of bone implements in the Zagros and the Levant*. Oxford: BAR 494.
- Cauvin, J. (1978). *Les premiers villages de Syrie-Palestine du IX<sup>e</sup> au VII<sup>e</sup> millénaire avant J.C.* Lyon: Maison de l'Orient et de la Méditerranée.
- Cauvin, J. (1997). De la révolution néolithique à la révolution urbaine. In *En Syrie, aux origines de l'écriture 9-12*. Turnhout: Brepols.
- Cauvin, J. (1998). La néolithisation de l'Anatolie. In H. Çambel, G. Arsebük, M. J. Mellink, & W. Schirmer (Eds.), *Light at the Top of the Black Hill. Studies presented to Halet Çambel, Istanbul* (pp. 207–214). Istanbul: Ege Yayinlari.
- Cauvin, J. (2000). *The Birth of the Gods and the Origins of Agriculture*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cauvin, M.-C. (2006). L'Aswadien: reevaluation de sa mise en evidence. *Syria*, 83, 31–38.
- Christensen, M. (1998). Processus de formation et caractérisation physico-chimique des polis d'utilisation des outils en silex. Application à la technologie préhistorique de l'ivoire. *Bulletin de La Société Préhistorique Française*, 95(2), 183–202.
- Clop, X., & Álvarez, A. (2002). Los recursos abióticos en las primeras comunidades neolíticas: estudio arqueométrico de los productos de origen mineral en Tell Halula (Valle del Éufrates, Siria). In *Actas del IV Congreso de Arqueometria de la Península Ibérica (Valencia, octubre de 2001)* (pp. 46–52).
- Clop, X., & Álvarez, A. (2013). La gestión de los recursos minerales en Tell Halula: Industria macrolítica, vasos de piedra, instrumentos con filo y bolas de piedra. In M. Molist (Ed.), *Tell Halula. Un poblado de los primeros agricultores en el Valle del Éufrates, Siria. Memoria científica 1995-2000* (pp. 411–432). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

- Colledge, S., & Conolly, J. (2007). *The origins and spread of domestic plants in Southwest Asia and Europe*. Walnut Creek, CA: University College London Institute of Archaeology Publications.
- Conard, N. J., Kandel, A. W., Masri, M. (2006). The 2004 excavation at Baaz Rockshelter. In N. J. Conard (Ed.), *Tübingen-Damascus Excavation and Survey Project 1999 – 2005* (pp. 179-185). Tübingen: Kerns Verlag .
- Coqueugniot, E. (1998). Dja'de el-Mughara (Moyen Euphrate), un village néolithique dans son environnement naturel à la veille de la domestication. In M. Fortin & O. Aurenche (Eds), *Espace naturel, espace habité en Syrie du Nord (10e – 2e millénaires av. J.-C.)*. Actes du colloque tenu à l'Université de Laval (Québec, 5-7 mai 1997) (pp. 109-114). Lyon: Maison de l'Orient et de la Méditerranée .
- Coqueugniot, E. (2000). Dja'de (Syria), un village à la veille de la domestication (seconde moitié du IX<sup>e</sup> millénaire AV.J.-C. In J. Guilaine (Ed.), *Premiers paysans du monde. Naissance des agricultures*. Paris: Editions Errance.
- Coqueugniot, E. (2006). Les outillages de pierre taillée et la question des lames "cananéennes": Étude préliminaire. In J. P. Thalmann (Ed.), *Tell Arqa I: Les niveaux de l'âge du Bronze. Vol. I* (pp. 195–202). Beyrouth: Institut Français du Proche-Orient.
- Cruells, W., & Nieuwenhuys, O. (2004). The Proto-Halaf period in Syria. New sites, new data. *Paléorient*, 30(1), 47–68.
- Czichos, H. (1978). *Tribology - A system approach to the science and technology of friction, lubrication and wear*. Elsevier.
- De Beaune, S. A. (1989a). Essai d'une classification typologique des galets et plaquettes utilisés au Paléolithique. *Gallia Préhistoire*, 31, 27–64.
- De Beaune, S. A. (1989b). Exemple ethnographique de l'usage pluri-fonctionnel d'un galet de quartz. *Bulletin de La Société Préhistorique Française*, 86(2), 61–64.
- De Beaune, S. A. (2004). The Invention of Technology: Prehistory and Cognition. *Current Anthropology*, 45(2), 139–162.
- De Contenson, H. (1995a). *Aswad et Ghoraifé, sites néolithiques en Damascène (Syrie) aux 8e et 7e millénaires avant l'ère chrétienne*. Beyrouth: IFPO, BAH.
- De Contenson, H. (1995b). Naissance des divinités, naissances de l'agriculture. La révolution des symboles au Néolithique. *Syria*, 72(3), 435–440.
- De Contenson, H. (2000). Ramad, site néolithique en Damascène (Syrie) aux VIIIe et VIIe millénaires avant l'ère chrétienne. *Bibliothèque Archéologique et Historique*, 157.

- De Molins, D. (1997). *Agricultural changes at Euphrates and steppe sites in the mid-8th to the 6th millennium B.C.* Oxford: BAR International Series 683.
- Delerue, S. (2007). *L'Obsidienne dans le processus de neolithisation du Proche-Orient (12.000–6.500 av. J.-C. cal)*. [Ph. D. Thesis] Université Michel de Montaigne.
- Delgado, S. (2008). *Prácticas económicas y gestión social de recursos (macro)líticos en la prehistoria reciente (III-I milenios AC) del Mediterráneo Occidental*. [Ph. D. Thesis] Universitat Autònoma de Barcelona.
- Delgado, S., Gómez Gras, D., & Risch, R. (2008). Las propiedades mecánicas de los artefactos macrolíticos: una base metodológica para el análisis funcional. In S. Rovira Llorens, M. García Heras, M. Gener Moret, & I. Montero Ruiz (Eds.), *Actas del VII Congreso Ibérico de Arqueometría (Madrid, 8-10 octubre 2007)* (pp. 330–345). Madrid.
- Delgado, S., & Risch, R. (2009). Towards a systematic analysis of grain processing technologies. In M. de Araújo & I. Clemente (Eds.), *Recent Functional studies on non flint tools: methodological improvements and archaeological inferences. Proceedings of the Workshop (Padrao dos Descobrimentos, 23-25 May 2008)* (pp. 23–25). Online publication. Retrieved from <http://www.workshop-traceologia-lisboa2008.com/>
- Diamond, G. (1979). The nature of so-called polished surfaces on stone artifacts. In B. Hayden (Ed.), *Lithic use-wear analysis* (pp. 159–166). New York: Academic Press.
- Donnart, K. (2010). L'analyse des unités techno-fonctionnelles appliquée à l'étude du macro-outillage néolithique. *L'Anthropologie*, 114(2), 179–198.
- Dubreuil, L. (2001). Functional Studies of Prehistoric Grindingstones: a Methodological Research. *Bulletin Du CRFJ*, 9, 73–87.
- Dubreuil, L. (2004). Long-term trends in Natufian subsistence: a use-wear analysis of ground stone tools. *Journal of Archaeological Science*, 31(11), 1613–1629.
- Dubreuil, L. (2008a). *Étude fonctionnelle des outils de broyage natoufiens: nouvelles perspectives sur l'émergence de l'agriculture au Proche-Orient*. [Ph. D. Thesis] Université Bordeaux I.
- Dubreuil, L. (2008b). Mortar versus grinding slabs function in the context of the Neolithization process in the Near East. In L. Longo & N. Skakun (Eds.), *"Prehistoric Technology" 40 years later: Functional Studies and the Russian Legacy. Proceedings of the International Congress (Verona, 20th-23th April 2005)* (pp. 169–177). Verona: BAR International Series 1783.
- Dubreuil, L., & Grosman, L. (2009). Ochre and hide-working at a Natufian burial place. *Antiquity*, 83, 935–954.

- Dubreuil, L., & Savage, D. (2014). Ground stones: a synthesis of the use-wear approach. *Journal of Archaeological Science*, 48, 1–15.
- Ducos, P. (1978). *Tell-Mureybet: (Syrie, IX-VII millénaires): étude archéozoologique et problèmes d'écologie humaine*. Paris: CNRS.
- Dunham, R. J. (1962). Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. In W. E. Hamm (Ed.), *Classification of Carbonate Rocks, A Symposium*. (pp. 108–121). American Association of Petroleum Geologists.
- Eitam, D. (2009). Late Epipalaeolithic rock-cut installations and groundstone tools in the Southern Levant. Methodology and classification system. *Paléorient*, 35(1), 77–104.
- Ertug-Yaras, F. (1997). *An Ethnorchaological dissertation Study of Subsistence and Plant Gathering in Central Anatolia*. [Ph. D. Thesis] Washington University.
- Ertug-Yaras, F. (2002). Pounders and grinders in a modern central Anatolian village. In H. Procopiou & R. Treuil (Eds.), *Moudre et broyer: l'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la Préhistoire et l'Antiquité. Actes de la Table Ronde internationale (Clermont-Ferrand 30 novembre - 2 décembre 1995)* (pp. 211–225). Paris: Éditions du CTHS.
- Evans, A. A., & Donahue, R. E. (2008). Laser scanning confocal microscopy: a potential technique for the study of lithic microwear. *Journal of Archaeological Science*, 35(8), 2223–2230.
- Faura, J. M. (1996). *Un conjunt ceràmic del VIII mil·lenni B.P. a la Vall de l'Èufrates: Les produccions de Tell Halula (Síria)*. [Treball d'Investigació de Tercer Cicle]. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Faura, J. M., & Le Mière, M. (1999). La céramique néolithique du haut Euphrate Syrien. In G. Del Olmo & J. L. Montero (Eds.), *Archaeology of the Upper Syrian Euphrates. The Tishrin Dam Area. Proceedings of the International Symposium (Barcelona, January 28th-30th 1998)* (pp. 281–298). Sabadell: Editorial AUSA.
- Ferrer, A. (2000). *El sector SS7 de Tell Halula (valle de l'Eufrates, Siria) durant la primera meitat del VIII mil·lenni B.P.: indústria lítica i organització sociotècnica*. [Trabajo de Investigación de Tercer Ciclo] Universitat Autònoma de Barcelona.
- Ferrer, A., Mateu, J., Molist, M., & Palomo, T. (1996). Industria Lítica tallada. In M. Molist (Ed.), *Tell Halula (Siria). Un yacimiento neolítico del valle medio del Éufrates. Campañas de 1991 y 1992* (pp. 73–90). Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Flannery, K. V. (1965). The Ecology of Early Food Production in Mesopotamia: Prehistoric farmers and herders exploited a series of adjacent but contrasting climatic zones. *Science*, 147(3663), 1247–1256.



- Flannery, K. V. (1973). The Origins of Agriculture. *Annual Review of Anthropology* 2, 271-301.
- Formenti, F., & Procopiou, H. (1998). Analyse chromatographique de traces d'acides gras sur l'outillage de mouture. Contribution à son interprétation fonctionnelle. *Cahiers de l'Euphrate* 8, 151-177.
- François, M. (1988). *Du Grain à la Farine, le décorticage et la mouture des Céréales en Afrique de l'Ouest*. Paris: Editions Altersial.
- Fullagar, R., (1991). The role of silica in Polish Formation, *Journal of Archaeological Science*, 18, 1-24
- Fullagar, R., & Field, J. (1997). Pleistocene seed-grinding implements from the Australian arid zone. *Antiquity*, 71, 300–307.
- Fuller, D. Q., Willcox, G., & Allaby, R. G. (2011). Cultivation and domestication had multiple origins : arguments against the core area hypothesis for the origins of agriculture in the Near East Cultivation and domestication had multiple origins : arguments against the core area hypothesis for the origins. *World Archaeology*, 43(4), 628–652.
- Gast, M. (1968). *Alimentation des populations de l'Ahaggar: étude ethnographique*. Paris: Arts et métiers graphiques.
- Gebel, H. G. K. (2004). Central to What? The Centrality Issue of the LPPNB Mega-Site Phenomenon in Jordan. In H. D. Bienert, H. G. K. Gebel, & R. Neef (Eds.), *Central Settlements in Neolithic Jordan. Proceedings of the Symposium (Petra, July 1997)* (pp. 1–20). Berlin: ex oriente.
- Gebel, H. G. K. (2007). El surgimiento de sociedades sedentarias en el Levante meridional del Cercano Oriente. *Boletín de Arqueología PUCP*, 11, 289–323.
- Georges, J.-M. (2000). *Frottement, usure et lubrification. La tribologie ou science des surfaces*. Paris: CNRS.
- Geyer, B., & Besançon, J. (1996). Environnement et occupation du sol dans la vallée de l'Euphrate syrien durant le Néolithique et le Chalcolithique. *Paléorient*, 22(2), 5–15.
- Gómez, A., Calvo, H., Cruells, W., Strivay, D., & Molist, M. (2012). Black, red and white: characterizing neolithic ceramic productions in middle Euphrates Valley. In R. Matthews & J. Curtis (Eds.), *7th International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East. British Museum and University College of London (London 12-16 april 2010)* (pp. 527–536). Wiesbaden: Harrassowitz Verlag.
- González, J. E., & Ibañez-Estevez, J. J. (2001). The contribution of functional analysis to our knowledge of tools: examples from Tell Mureybet, Jerf el Ahmar and Tell Halula (Northern Syria). In I. Caneva, C. Lemorini, D. Zampetti, & P. Biagi (Eds.), *Beyond Tools*.

*Redefining the PPN Lithic Assemblages of the Levant. Proceedings of the third Workshop on PPN Chipped Lithic Industries.* Berlin: ex oriente.

- González, J. E., & Ibañez-Estevez, J. J. (2002). The use of pebbles in Eastern Vizcaya between 12.000 and 10.000 BP. In H. Procopiou & R. Treuil (Eds.), *Moudre et broyer: l'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la Préhistoire et l'Antiquité. Actes de la Table Ronde internationale (Clermont-Ferrand 30 novembre - 2 décembre 1995)* (pp. 69–80). Paris: CTHS.
- González, J. E., & Ibañez-Estevez, J. J. (2003). The Quantification of Use-Wear Polish Using Image Analysis. First Results. *Journal of Archaeological Science*, 30(4), 481–489.
- Goring-Morris, N. (1987). At the edge: terminal Pleistocene hunter-gatherers in the Negev and Sinai. B.A.R.
- Goring-Morris, N., & Gopher, A. (1981). Har Harif 1980. *Israel Exploration Journal*, 21, 133-134.
- Goring-Morris, N., & Kuijt, I. (2002). Foraging, farming, and social complexity in the Pre-Pottery Neolithic of the southern Levant: a review and synthesis. *Journal of World Prehistory*, 16(4), 361–440.
- Goring-Morris, N., & Horwitz, L. K. (2007). Funerals and feasts during the Pre-Pottery Neolithic B of the Near East. *Antiquity*, 81, 902–919.
- Gourichon, I. (2004) *Faune et saisonnalité. L'organisation temporelle des activités de subsistance dans l'Épipaléolithique et le Néolithique précéramique du Levant nord (Syrie)*. [Ph. D. Thesis] Université Lumière-Lyon 2.
- Grace, R., Graham, I.D.G., Newcomer, M. H. (1987). Preliminary investigation into the quantification of wear traces on flint tools. In G de G. Sieveking, & M. H. Newcomer (Eds.) *The human uses of flint and chert* (pp. 63-69). Cambridge: Cambridge University Press.
- Grace, R. (1989). Interpreting the function of stone tools. Oxford: BAR International Series, 474.
- Guerrero, E., Molist, M., & Anfruns, J. (2008). Houses for the living and for the dead? The case of Tell Halula (Syria). In J. Córdoba (Ed.), *Proceedings of the 5th International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East* (pp. 547–555).
- Guerrero, E., Molist, M., Kuijt, I., & Anfruns, J. (2009). Seated Memory: New Insights into Near Eastern Neolithic Mortuary Variability from Tell Halula, Syria. *Current Anthropology*, 50(3), 379–391.

- Hamon, C. (2006). Broyage et abrasion au Néolithique ancien. Caractérisation technique et fonctionnelle des outillages en grès du Bassin parisien. BAR International Reports S1551, Oxford.
- Hamon, C. (2008a). From Neolithic to Chalcolithic in the Southern Caucasus: Economy and Macrolithic Implements from Shulaveri-Shomu Sites of Kwemo-Kartli (Georgia). *Paléorient*, 34(2), 85–136.
- Hamon, C. (2008b). Functional analysis of stone grinding and polishing tools from the earliest Neolithic of north-western Europe. *Journal of Archaeological Science*, 35(6), 1502–1520.
- Hamon, C., & Le Gall, V. (2013). Millet and sauce: The uses and functions of querns among the Minyanka (Mali). *Journal of Anthropological Archaeology*, 32(1), 109–121.
- Hayden, B. (1990). The right rub: high working in high ranking households. In B. Gräslund (Ed.) *The Interpretative Possibilities of Microwear Studies. Proceedings of the International Conference on Lithic Use-wear Analysis (Uppsala, 15th-17th February)* (pp. 89-102). Sweden: Societas Archaeologica Upsaliensis
- Hayden, B. (1979). *Lithic Use-Wear Analysis*. New York: Academic Press.
- Hayden, B. (1987). *Lithic Studies among Contemporary Highland Maya*. Tucson: University of Arizona.
- Hayden, B. (1995). A new overview of domestication. In D. T. Price, & A. B. Gebauer (Eds.), *Last hunters-First farmers: New perspectives on the prehistoric transition to agriculture* (pp. 273–299). Santa Fe: SARP.
- Hayden, B. (2003). Were luxury foods the first domesticates? Ethnoarchaeological perspectives from Southeast Asia. *Journal of World Prehistory*, 34(3), 458–469.
- Hayden, B. (2009). The Proof Is in the Pudding: Feasting and the Origins of Domestication. *Current Anthropology*, 50(5), 597–601.
- Helmer, D., & Gourichon, L. (2008). Premières données sur les modalités de subsistance à Tell Aswad (Syrie, PPNB moyen et récent, Néolithique céramique ancien) – Fouilles 2001-2005. In E. Vila, L. Gourichon, A. M. Choyke, & H. Buitenhuis (Eds.), *Archaeozoology of the Near East VIII, T. I Actes des huitièmes Rencontres internationales d'Archéozoologie de l'Asie du Sud-Ouest et des régions adjacentes (Lyon, 28 juin-1er juillet 2006)* (pp. 119–151). Lyon: Maison de l'Orient et de la Méditerranée.
- Henry, D. O. (1989). *From foraging to agriculture: The Levant at the end of the Ice Age* (p. 277). Philadelphia.
- Hernando, G. A. (1994). El proceso de neolitización, perspectivas teóricas para el estudio del Neolítico. *Zephyrus*, 46, 123-142.

- Hersh, T. L. (1981). *Grinding stones and food processing techniques of the neolithic societies of Turkey and Greece: statistical, experimental and ethnographic approaches to archaeological problem-solving*. [Ph. D. Thesis] Columbia University.
- Hillman, G. C. (1985). Traditional husbandry and processing archaic cereals in recent times, Part 1: the glume wheats. *Bulletin of Sumerian Agriculture*, 1, 114-152.
- Hillman, G. C., Colledge, S. M., Harris, D. R. (1989). Plant-food economy during the Epipaleolithic period at Tell Abu Hureyra, Syria: dietary diversity, seasonality and modes of exploitation. In D. Harris, & G. Hillman (Eds.) Foraging and Farming. *The Evolution of Plant Exploitation* (pp. 240-268). London: Unwin Hyman.
- Hillman, G., & Davies, S. (1991). Proporcions de domesticació mesurables en blats i ordis silvestres en conreus primitius, i les seves implicacions arqueològiques. *Cota Zero*, 7.
- Hodder, I. (1990). *Domestication in Europe*. Oxford: Blackwell.
- Hole, F. (1977). Studies in the Archaeological History of the Deh Luran Plain. The Excavation of Chagha Sefid. Ann Arbor : Museum of Anthropology, University of Michigan.
- Horsfall, G. (1987). Design Theory and Grinding Stones. In Hayden, B. (Ed.) *Lithic Studies Among the Contemporary Highland Maya* (pp.332-377). Tucson: The University of Arizona Press.
- Ibañez, J. J. (2007). *Le site néolithique de Tell Mureybet (Syrie du Nord)*. Oxford: BAR International Series 1843.
- Ibañez-Estevez, J. J., & González, J. E. (1994). Utilización de algunos cantos rodados en Laminak II. *Kobie*, 21, 131–155.
- Ibañez-Estevez, J. J., & González, J. E. (2013). La función de los útiles en el yacimiento de Tell Halula (8700-7500 BP) Valle del Eufrates, Siria. In M. Molist (Ed.), *Tell Halula. Un poblado de los primeros agricultores en el Valle del Éufrates, Siria. Memoria científica 1995-2000* (pp. 440–449). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Ibañez-Estevez, J. J., González, J. E., Palomo, A., & Ferrer, A. (1999). Pre-Pottery Neolithic A and Pre-Pottery Neolithic B Lithic Agricultural Tools on the Middle Euphrates: The Sites of Tell Mureybit and Tell Halula. In A. B. Damania & J. Valkoun (Eds.), *Origins of Agriculture and Crop Domestication* (pp. 132–144). Aleppo: ICARDA.
- Ibañez-Estevez, J. J., González, J. E., & Rodríguez Rodríguez, A. (2008). La fonction de l'outillage taillé. In J. J. Ibañez-Estevez (Ed.), *Le site Néolithique de Tell Mureybet (Syrie du Nord). En hommage à Jacques Cauvin*. Oxford: BAR International Series 1834.
- Ibañez-Estevez, J. J., Terradas, X., Iriarte, E., Balbo, A., Boix, J., Sabreen, E., Braemer, F., Santana, J., Zapata, L., Lagüera, M. A., Ado, K., Regalado, E., Teira, L., Núñez, M. A., & Gourichon, L. (2011). De cazadores recolectores a agricultores y ganaderos:

investigaciones arqueológicas en Qarassa (Siria del sur), campaña 2009. *Informes y trabajos. Excavaciones en el exterior 2009. Vol 5, 1* (pp. 292-307). Madrid: Ministerio de cultura.

Ibañez-Estevez, J. J., Terradas, X., Armendáriz, Á., González, J. E., Teira, L., Braemer, F., & Rodríguez Rodríguez, A. (2012). Nouvelles données sur les architectures des sites Natoufiens de Jeftelik et Qarassa 3 (Syrie centro-occidentale et du sud). In J. L. Montero Fenollós (Ed.), *Du village néolithique à la ville Syro-Mésopotamienne* (pp. 9–33). Ferrol: Proyecto Arqueológico Medio Éufrates Sirio - Universidade da Coruña. Sociedad Luso-Gallega de Estudios Mesopotámicos.

Inizan M., Reduron, M., Tixier, R. (1995) Technologie de la pierre taillée. *Meudon: CREP*.

Kadowaki, S. (2008). Ground Stone Tools, Refuse Structure, and the Life Histories of Residential Buildings at Ayn Abū Nukhayla, Southern Jordan. In Y. M. Rowan & J. R. Ebeling (Eds.), *New Approaches to Old Stones: Recent Studies of Ground Stone Artefacts* (pp. 230–257). London: Equinox Press.

Kaiser, K., Kempf, E. K., Leroi-Gourhan, A., & Schütt, H. (1973). Quartarstratigraphische Untersuchungen aus dem Damaskus-Backen und seiner Umgebung. *Zeitschrift Für Geomorphologie*, 17, 263–353.

Kanjou, Y. (2009). The study of neolithic human graves from Tell Qaramel in North Syria. *International Journal of Modern Anthropology*, 1(2), 25–37.

Keeley, I. H. (1980). *Experimental Determination of Stone Tool Uses*. Chicago: The University of Chicago Press.

Keeley, I. H., & Newcomer, M. H. (1977). Microwear analysis of experimental flint tools: A test case. *Journal of Archaeological Science*, 4(1), 29–62.

Keeley, I. H., & Newcomer, M. H. (1979). Testing a method of microwear analysis with experimental tools. In B. Hayden (Ed.), *Lithic use-wear analysis* (pp. 195–205). New York: Academic Press.

Kenyon, K. M. (1957). *Digging up Jericho*. New York: Praeger.

Kimball, L., Allen, P., Kimball, J., Schlichting, B. & Pham, K. (1998). The analysis of microwear polishes with the atomic force microscope. In FACCHINI, F., PALMA DI CESNOLA, A., PIPERNO, M. et PERETTO, C. (Eds.) *Analyse fonctionnelle des pièces lithiques: situation actuelle de la recherche. Actes du XIIème Congrès de l'UISPP. Workshop 17. Tome II, Vol 6 (Forli 8-14 septembre 1996)* (pp. 1121- 1132.). Forli: ABACO.

Kislev, M.E., Nadel, D. & Carmi, I. (1992). Epi-Palaeolithic (19,000 BP) cereal and fruit diet at Ohalo II, Sea of Galilee, Israel. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 71, 161-166.

- Kraybill, N. (1977). Pre-agricultural tools for the preparation of goods in the Old World. In C. A. Reed (Ed.), *Origins of agriculture* (pp. 485–521). The Hague: Mouton.
- Kuijt, I. (1996). Negotiating Equality through Ritual: A Consideration of Late Natufian and Prepottery Neolithic A Period Mortuary Practices. *Journal of Anthropological Archaeology*, 15(4), 313–336.
- Kuijt, I. (Ed.). (2000). *Life in Neolithic Farming Communities: Social Organization, Identity, and Differentiation*. New York: Kluwer Academic.
- Kuijt, I., & Finlayson, B. (2009). Evidence for food storage and predomestication granaries 11.000 years ago in the Jordan Valley. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(27), 10966–10970.
- Kuijt, I., Guerrero, E., Molist, M., & Anfruns, J. (2011). The changing Neolithic household: Household autonomy and social segmentation, Tell Halula, Syria. *Journal of Anthropological Archaeology*, 30(4), 502–522.
- Kuzucuoglu, C., Michel Fontugne, M., & Mouralis, D. (2004). Holocene terraces in the Middle Euphrates Valley, between Halfeti and Karkemish (Gaziantep, Turkey). *Quaternaire*, 15, 1-2, 195-206.
- Laurent, R., & Lease, N. (1998). Étude des sources d’approvisionnement en basalte en Syrie du Nord durant le troisième millénaire. In *Espace naturel, Espace habité en Syrie du Nord (10e-2e millénaires av. J.-C.) / Natural Space, inhabited Space in Northern Syria (10th-2nd millennium B.C.)*. Actes du colloque tenu à l’Université Laval (Québec) du 5 au 7 mai 1997 (pp. 83–91). Lyon: Maison de l’Orient et de la Méditerranée.
- Le Dosseur, G. (2006). *La Néolithisation au Levant Sud à travers l’exploitation des matières osseuses. Étude techno-économique de onze séries d’industries osseuses du Natoufien au PPNB récent*. [Ph. D. Thesis] Université Paris.
- Le Dosseur, G. (2008). La place de l’industrie osseuse dans la Néolithisation au Levant sud. *Paléorient*, 34(1), 59–89.
- Le Dosseur, G. (2011). L’industrie osseuse de Jerf el-Ahmar durant le PPNA et la transition PPNA/PPNB. *Syria: Revue D’art Oriental et D’archéologie*, 88, 181–206.
- Lebreton, M. (2003). *Le récipient et les premiers « arts du feu » au Proche-Orient durant le Néolithique précéramique (10ème-7ème millénaires av. J.-C. cal.)*. [Ph. D. Thesis] Université Paris.
- Lerner, H., Du, X., Costopoulos, A., & Ostojca-Starzewski, M. (2007). Lithic raw material physical properties and use-wear accrual. *Journal of Archaeological Science*, 34(5), 711–722.
- Leroi-Gourhan, A. (1974). *La Préhistoria*. Madrid: Nueva Clio.

- Levi-Sala, I. (1993). Use wear traces: processes of development and post depositional alterations. *En Traces et fonction: les gestes retrouvés*, vol. 2 (Anderson et al. edit.), éditions Eraul, vol. 50, pp. 402-416.
- Lidström-Holmberg, C. (1998). Prehistoric Grinding Tools as Metaphorical Traces of the Past. *Current Swedish Archaeology*, 6, 123–142.
- Liu, L., Field, J., Fullagar, R., Zhao, C., Chen, X., & Yu, J. (2010). A functional analysis of grinding stones from an early holocene site at Donghulin, North China. *Journal of Archaeological Science*, 37(10), 2630–2639.
- Lundström-Baudais, K., Rachoud-Schneider, A.-M., Baudais, D., Poissonnier, B. (2002) — Le broyage dans la chaîne de transformation du millet (*Panicum miliaceum*) : outils, gestes et écofacts. In Procopiou, H., Treuil, R. — *Moudre et broyer: L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la Préhistoire et l'Antiquité. I. Méthodes*, p. 181-208.
- MacKenzie, W. S., Donaldson, C. H., & Guilford, C. (1982). *Atlas of Igneous Rocks and their Textures*. Essex: Longman Group UK Ltd.
- Mansur, M.E. (1997). Functional analysis of polished stone-tools: some considerations about the nature of polishing. In M. A. Bustillo, & A. Ramos Millan (Eds.) *Siliceous Rocks and Culture* (pp. 465-486). Madrid: CSIC et Université de Grenade.
- Mansur-Francomme, M. E. (1986). Microscopie du Matériel lithique préhistorique. *In Traces d'utilisation, alterations naturelles, accidentelles, et technologiques. Exemples de Patagonie. Cahiers du Quaternaire*, 9. Paris.
- Marinval, P. (1988). *L'alimentation végétale en France du mésolithique jusqu'à l'âge du fer*. Paris: CNRS.
- Mazurowski, R. F. (1997). Ground and Pecked Stone Industry in the Pre-Pottery Neolithic of Northern Iraq. In Stefan K. Kozłowski (Ed.) *NEMRIK 9. Pre-Pottery neolithic site in Iraq*. Vol. 3. Warsaw.
- Mensanch.M., Risch.R., Soldevilla J. A. (2002). Las tecnologías del procesado de cereal en el sudeste de la península Ibérica durante el III y el II milenio A.N.E. In H. Procopiou, & R. Treuil (Eds) *Modern Central Anatolian Village. In Moudre et Broyer* (pp. 81-110).
- Minzoni-Deroche, A., Sanlaville, P. (1988). Le paléolithique inférieur de la région de Gaziantep. *Paléorient*, 14, 2, 87-98.
- Meurers-Balke, J., & Lüning, J. (1992). Some aspects and experiments concerning the processing of the glume wheat. In P. C. Anderson (Ed.), *Préhistoire de l'Agriculture, Nouvelles Approches Expérimentales et Ethnographiques* (pp. 341–362). Paris: Monographie du CRA 6.

- Milleville, A. (2007). «De la pierre à la meule» durant le Néolithique circulation et gestion des matières premières entre Rhin et Rhône. [Ph. D. Thesis] Université de Franche-Comte.
- Molist, M. (1993). El marc arqueològic en el procés d'aparició de l'agricultura al Llevant nord. *Cota Zero*, 9, 36-43.
- Molist, M. (1994). Le Néolithique du IX<sup>e</sup> y VII<sup>e</sup> milenio BP en el Levante Norte: Aportación del yacimiento de Tell Halula (valle del Euphrates, Siria). *Complutum Extra*, 6, 63-74.
- Molist, M. (Ed.). (1996). *Tell Halula (Siria): un yacimiento neolítico del Valle Medio de Eufrates, campañas de 1991 y 1992*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Molist, M. (1998). Espace collectif et espace domestique dans le néolithique des IX<sup>e</sup> et VIII<sup>e</sup> millénaires B.P. au Nord de la Syrie: Apports du site de Tell Halula (vallée de l'Euphrate). *Travaux de La Maison de l'Orient Méditerranéen*, 28, 115–130.
- Molist, M. (2001). Halula, village néolithique en Syrie du Nord. In J. Guilaine (Ed.), *Communautés villegoises du Proche Orient à l'Atlantique (8000-2000 avant notre ère)* (pp. 35–52). Paris: Editions Errance.
- Molist, M. (Ed.). (2013). *Tell Halula. Un poblado de los primeros agricultores en el Valle del Éufrates, Siria. Memoria científica 1995-2000*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Molist, M., Anfruns, J., Catala, M., Faura, J. M., Helmer, D., Mateu, J., Palomo, T., Saña, M., & Wilcox, G. (1994). Tell Halula (Siria): un poblado dels primers agricultors i ramaders al VII mil.leni a la Vall de l'Éufrates. In *Tribuna d'Arqueologia*, 1992-1993 (pp. 49-61). Barcelona: Generalitat de Catalunya.
- Molist, M., & Ferrer, A. (1994). Industries lithiques pendant la période 8000-7500 B.P. á tell Halula (Moyen euphrates syrien)" en S. K. Kozlowski and H. G. K. Gebel (Eds), *Neolithic Chipped Stone Industries of the Fertile Crescent, and Their Contemporaries in Adjacent Regions. Studies in Early Near eastern Production, Subsistence, and Environment 3* (pp: 431-442). Berlin: ex oriente.
- Molist, M., & Stordeur, D. (1999). Le moyen Euphrate Syrien et son rôle dans la neolithisation: spécificité et évolution des architectures. In G. del Olmo Lete and J.-L. Montero Fenollos (Eds.), *Archaeology of the Upper Syrian Euphrates in the Tishrin Dam Area*, (pp. 395–412). Barcelona: AUSA.
- Molist, M., Anfruns, J., Bofill, M., Borrell, F., Buxó, R., Clop, X., & Vicente, O. (2009). Aportaciones al estudio del neolítico del valle del Éufrates (Siria): Campaña de excavaciones en Tell Halula. In *Informes y trabajos del IPCE nº 3. Excavaciones en el exterior 2008* (pp. 201–209). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.



- Molist, M., Anfruns, J., Borrell, F., Buxó, R., Clop, X., Cruells, W., Vicente, O. (2008). *Tell Halula (Valle del Éufrates, Siria): dos décadas de investigaciones arqueológicas*. Barcelona: Seminari d'Arqueologia Prehistòrica del Pròxim Orient.
- Molist, M., Barceló, J. A., & Vicente, O. (2013). La serie de dataciones absolutas del yacimiento de Tell Halula (Valle del Eufrates). In M. Molist (Ed.), *Tell Halula: un poblado de los primeros agricultores en el valle del Eufrates, Siria. Memoria Científica, vol. I* (pp. 87–94). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Molist, M., Barrachina, C., & Gangonells, M. (1996). Mobiliario diverso. In M. Molist (Ed.), *Tell Halula. Un poblado de los primeros agricultores en el Valle del Éufrates, Siria. Memoria científica 1995-2000* (pp. 125–133). Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Molist, M., Bofill, M., Ortiz, A., & Taha, B. (2012). Nota preliminar entorno a las decoraciones incisas sobre elementos macrolíticos del yacimiento neolítico de tell Halula (valle del Éfrates, Siria). In J. R. Muñiz (Ed.), *Del final del Paleolítico en el norte de España a las primeras civilizaciones del Oriente Próximo* (pp. 363 – 377). Oviedo: Mensula Ediciones.
- Molist, M., & Faura, J. M. (1999). Tell Halula : un village des premiers agriculteurs-éleveurs dans la vallée de l'Euphrate. In G. del Olmo Lete & J. Montero Fenollos (Eds.), *Archaeology of the Upper Syrian Euphrates: The Tishrin Dam Area. Proceedings of the international symposium (Barcelona, January 28th - 30 th 1998)* (pp. 27–40). Barcelona: AUSA.
- Molist, M., Ferrer, A., González, J. E., Ibañez-Estevez, J. J., & Palomo, T. (2001). Elaboration et usage de l'industrie lithique taillé de Tell Halula (Syrie du Nord) depuis le 8700 jusqu'à 7500 B.P. état de la recherche. In I. Caneva, C. Lemorini, D. Zampetti, & P. Biagi (Eds.), *Beyond tools redefining the PPN Lithic assemblages of the Levant. Proceedings of the third Workshop on PPN Chipped Lithic Industries* (pp. 243–256). Berlin: ex oriente.
- Molist, M., Montero-Ruiz, I., Clop, X., Rovira, N., Guerrero, E., & Anfruns, J. (2010). New metallurgic findings from the Pre-Pottery Neolithic: Tell Halula (Euphrates Valley, Syria). *Paléorient*, 35(2), 33–48.
- Molist, M., & Vicente, O. (2013). Análisis estratigráfico y arquitectónico de los diferentes horizontes históricos de Tell Halula. In M. Molist (Ed.), *Tell Halula. Un poblado de los primeros agricultores en el Valle del Éufrates, Siria. Memoria científica 1995-2000* (pp. 25–31). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Molleson, T. (1994). The Eloquent Bones of Abu Hureyra. *Scientific American*, 271(2), 70–75.
- Moore, A., (1985). The development of Neolithic Societies in the Near East. In F. Wendorf, & A. Close (Ed.) *Advances in world Archaeology*, 4, 1-69.

- Moore, A. M. T., Hillman, G. C. (1992). The Pleistocene to Holocene transition and human economy in Southwest Asia: the impact of the Younger Dryas. *American Antiquity* 57, 3, 482-494.
- Moore, A. M. T., Hillman, G., & Legge, A. (Eds.). (2000). *Village on the Éufrates. From foraging to farming at Abu Hureyra*. New York: Oxford University Press.
- Morero, E. (2009). *L'artisanat lapidaire en Crète Minoenne. Les techniques de fabrication des vases en pierre*. [Ph. D. Thesis] Université de Paris 1. Panthéon-Sorbonne.
- Morero E., Procopiou H., Vargiolu R., Zahouani H. (2008). Stone vase drilling in Bronze Age Crete. In L. Longo, N. Skakun (Eds.). *Prehistoric Technology. 40 Years Later: Functional Studies and The Russian Legacy, Proceedings of the International Congress (Verona, 20-23 April 2005)* (pp. 479 -482). Verone
- Moritz, L. A. (1958). *Grain Mills and Flour in Classical Antiquity*. Oxford.
- Nadel, D. (2005). The Ohalo II and the Natufian dwelling structures (Jordan Valley, Israel). In D. H. Delage (Ed.), *The last hunter-gatherers in the Near East* (pp. 137–151). Oxford: BAR International Series 1320.
- Nesbitt, M. (2002). When and where did domesticated cereals first occur in southwest Asia? In R. T. J. Cappers & S. Bottema (Eds.), *The Dawn of Farming in the Near East. Studies in Early Near Eastern Production, Subsistence, and Environment 6, 1999* (pp. 116–132). Berlin: ex oriente.
- Newcomer, M. H., Grace, R., & Unger-Hamilton, R. (1986). Investigating microwear polishes with blind-test. *Journal of Archaeological Science*, 13(3), 203–218.
- Nierle, M. C. (1983). Mureybet et Cheik-Hassan (Syrie): Outillage de Mouture et de Broyage (IXeXe`me Millenaire). *Cahiers de l'Euphrate*, 3, 177–216.
- Nierle, M. C. (2008). L'outillage de mouture et de broyage. In Ibáñez, J. J. (Ed.), *Le site néolithique de Tell Mureybet (Syrie du Nord)*, Vol. II. Oxford: BAR International Series 1843.
- Nishiaki, Y. (2000). *Lithic Technology of Neolithic Syria* (Oxford.). Oxford: BAR International Series 840.
- Nishiaki, Y. (Ed.). (2001). *Tell Kosak Shamali. the Archaeological Investigations on the Upper Euphrates, Syria, vol. I* (p. 239). Tokyo: University of Tokyo.
- Odell, G. H. (1977). *The application of micro-wear analysis to the lithic component of an entire prehistoric settlement: methods, problems and functional reconstructions*. Department of Anthropology, University of Harvard.

- Ortiz, A. (2014). *Estudio arqueo-antropológico de las sepulturas del PPNB Medio y Reciente del yacimiento de Tell Halula (Valle Medio del Eufrates, Siria). Aportaciones a la comprensión de las dinámicas socioeconómicas y culturales de las primeras comunidades campesinas de*. [PhD Thesis] Universitat Autònoma de Barcelona.
- Ortiz, A., Chambon, P., & Molist, M. (2013). "Funerary bundles" in the PPNB at the archaeological site of Tell Halula (middle Euphrates valley, Syria): analysis of the taphonomic dynamics of seated bodies. *Journal of Archaeological Science*, 40(12), 4150–4161.
- Özdoğan, M. (1999). Çayönü. In M. Özdoğan & N. Başgelen (Eds.), *Neolithic in Turkey: The cradle of civilization* (pp. 35–63). Istanbul: Arkeoloji ve Sanat yayınları.
- Özdoğan, M., & Özdoğan, A. (1990). Çayönü: a conspectus of recent work. *Paléorient*, 15(1), 65–74.
- Palomo, T. (2013). La industria lítica tallada de la segunda mitad del IX milenio BP (PPNB medio) de Tell Halula. In M. Molist (Ed.), *Tell Halula: un poblado de los primeros agricultores en el valle del Eufrates, Siria. Memoria Científica, vol. I* (pp. 145–163). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Peacock, D.S.P. (1980). The Roman millstone trade: a petrological sketch, *World Archaeology*, 12(1), 43-53.
- Pearsall, D. M., Chandler-Ezell, K., & Zeidler, J. A. (2004). Maize in ancient Ecuador: results of residue analysis of stone tools from the Real Alto site. *Journal of Archaeological Science*, 31(4), 423–442.
- Pernicka, E., Keller, J., & Cauvin, M.-C. (1997). Obsidian from Anatolian sources in the Neolithic of the Middle Euphrates region (Syria). *Paléorient*, 23(1), 113–122.
- Perrot, J. (1966). Le gisement natoufien de Mallaha (Eynan), Israël. *L'Anthropologie*, 70(5-6), 437–484.
- Philip, G. & Williams-Thorpe, O. (2001). The production and consumption of basalt artefacts in the southern Levant during the 5th-4th millennia BC: a geochemical and petrographic investigation. In *Archaeological Sciences '97. Proceedings of the conference (University of Durham, 2-4 September 1997)* (pp. 11-30). Oxford: BAR International Series 93.
- Pijoan, J., Barceló J. A., Clemente, I. & Vila, A. (2002). Variabilidad Estadística en imágenes digitalizadas de rastros de uso: resultados preliminares. In I. Clemente, R. Risch, & J. Gibaja (Eds.) *Análisis funcional. Su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas* (pp. 55-64). Oxford: Archaeopress
- Piperno, D. R., Weiss, E., Holst, I., & Nadel, D. (2004). Processing of wild cereal grains in the Upper Palaeolithic revealed by starch grain analysis. *Nature*, 430(5), 670–673.

- Plisson, H. (1985). *Étude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistorique par l'analyse des micro-usures: recherche méthodologique et archéologique*. Paris: Université de Paris I. Panthéon Sorbone.
- Plisson, H. (1991). Tracéologie et expérimentation: bilan d'une situation. In *Archéologie expérimentale, 2 - La terre ; l'os et la pierre, la maison et les champs, Actes du colloque international "Expérimentation en archéologie : bilan et perspectives" (Archéodrome de Beaune 6- 9 Avril 1988)* (pp. 152–160). Paris: Errance.
- Ponikarov, V. P. (1966). *The geology of Syria. Explanatory Notes on the Geological Map of Syria, scale 1:200 000*. Ministry of Industry. Syrian Arab Republic.
- Portillo, M., (2006). *La mòlta i triturat d'aliments vegetals durant la Protohistòria a la Catalunya Oriental*. [Ph. D. Thesis]. Universitat de Barcelona. Barcelona
- Portillo, M., Albert, R. M., & Henry, D. O. (2009). Domestic activities and spatial distribution in Ain Abū Nukhayla (Wadi Rum, Southern Jordan): The use of phytoliths and spherulites studies. *Quaternary International*, 193(1-2), 174–183.
- Portillo, M., Albert, R. M., Kadowaki, S., & Nishiaki, Y. (2010). Domestic activities at Early Neolithic Tell Seker al-Aheimar (Upper Khabur, Northeastern Syria) through phytoliths and spherulites studies. In C. Delhon, I. Théry-Parisot, & S. Thiébault (Eds.), *Des Hommes et des plantes. Exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la préhistoire à nos jours. XXX rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes* (pp. 187–198). Antibes: APDCA.
- Portillo, M., & Albert, R.M. (2011) Husbandry practices and livestock dung at the Numidian site of Althiburos (el Médéina, Kef Governorate, northern Tunisia): the phytolith and spherulite evidence. *Journal of Archaeological Science*, 38, 12, 3224-3233.
- Portillo, M., Kadowaki, S., Nishiaki, Y., & Albert, R. M. (2014). Early Neolithic household behavior at Tell Seker al-Aheimar (Upper Khabur, Syria): a comparison to ethnoarchaeological study of phytoliths and dung spherulites. *Journal of Archaeological Science*, 42, 107–118.
- Price, D. T., & Bar Yosef, O. (2011). The origins of agriculture: new data, new ideas. *Current Anthropology*, 52(4), 163–174.
- Procopiou, H. (1998). *L'outillage de mouture et de broyage en Crète Minoenne*. [Ph. D. Thesis] Université de Paris I. Panthéon-Sorbonne.
- Procopiou, H. (2003). Les techniques de décorticage dans le monde égéen. Étude ethnoarchéologique dans les Cyclades. In P. C. Anderson, L. S. Cummings, T. K. Schippers, & B. Simonel (Eds.), *Le traitement des récoltes: un regard sur la diversité, du Néolithique au Present. XXIII rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes* (pp. 115–136). Antibes: APDCA.

- Procopiou, H., (2004). Le broyage des matières minérales L'apport de la tribologie à l'identification de la transformation des matières minérales. *Dossiers d'Archeologie*, 290, 58-61.
- Procopiou, H., Jautée, E., Vargiolu, R., & Zahouani, H. (1998). Petrographic and use-wear analysis of a quern from Syvritos Kephala. In *Functional analysis of lithic artefacts: current state of the research. Proceedings of the XIII Congress (Forli, 8 - 14 september 1996). UISPP*. (pp. 1183–1192). Forli: ABACO Edizioni.
- Procopiou, H., Treuil, R. (200). *Moudre et broyer: L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la Préhistoire et l'Antiquité*. CTHS. Paris.
- Procopiou, H., Anderson, P., Formenti, F., & Tresserras, J. (2002). Étude des matières transformées sur les outils de mouture: identification des résidus et des traces d'usure par analyse chimique et par observations en microscopie optique et électronique. In H. Procopiou, & R. Treuil (Ed.) *Moudre et Broyer* (pp. 111-128). Paris: CTHS.
- Procopiou, H., Boleti, A., Vargiolu, R., & Zahouani, H. (2011). The role of tactile perception during stone-polishing in Aegean prehistory (5th–4th millennium B.C.). *Wear*, 271(9-10), 2525–2530.
- Quintero, L. A., & Wilke, P.J. (1996). Evolution and economic significance of naviform core-and-blade technology in the Southern Levant. *Paléorient*, 21, 1, 17-33.
- Ridell, F. A., & Pritchard, W. (1971). Archaeology of the Rainbow Point Site. *Anthropological Papers*, 1, 59–102.
- Risch, R. (1995). *Recursos naturales y sistemas de producción en el Sudeste de la Península Ibérica entre 3000 y 1000 ANE*. [Ph. D. Thesis] Universitat Autònoma de Barcelona.
- Risch, R. (2002a). Análisis funcional y producción social: relación entre método arqueológico y teoría económica. In I. Clemente, R. Risch, & J. F. Gibaja (Eds.), *Análisis Funcional: Su aplicación al estudio de las sociedades prehistóricas* (pp. 19–30). Oxford: BAR International Series 1073.
- Risch, R. (2002b). *Recursos naturales, medios de producción y explotación social. Un análisis económico de la industria lítica de Fuente Alamo (Almería), 2250-1400 ANE*. Mainz am Rhein: Verlag Philipp von Zabern.
- Risch, R. (2008a). From production traces to social organisation: towards an epistemology of functional analysis. In L. Longo & N. Skakun (Eds.), *"Prehistoric Technology" 40 years later: Functional Studies and the Russian Legacy. Proceedings of the International Congress (Verona, 20th-23th April 2005)* (pp. 513–521). Oxford: BAR International Series 1783.

- Risch, R. (2008b). Grain Processing Technologies and Economic Organisation: A Case Study from the South-East of the Iberian Peninsula during the Copper Age. *The Arkeotek Journal*, 2(2).
- Robinson, S. A., Black, S., Sellwood, B. W., & Valdes, P. J. (2006). A review of palaeoclimates and palaeoenvironments in the Levant and Eastern Mediterranean from 25,000 to 5000 years BP: setting the environmental background for the evolution of human civilisation. *Quaternary Science Reviews*, 25(13-14), 1517–1541.
- Rollefson, G. O. (1990). Neolithic chipped stone technology at Ain Ghazal, Jordan: the status on the PPNC phase. *Paléorient*, 19, 1, 91-100.
- Rosenberg, D., Nadel, D. (2011). On floor level: PPNA indoor cupmarks and their Natufian forerunners. In E. Healey, S. Campbell, & O. Maeda (Eds.), *The State of the Stone Terminologies, Continuities and Contexts in Near Eastern Lithics. Proceedings of the Sixth PPN Conference on Chipped and Ground Stone Artefacts in the Near East, Manchester, 3rd–5th March 2008. Studies in Early Near Eastern Producti*. Berlin: ex oriente.
- Rosenberg, M., Nesbitt, R., Redding, R. W., & Peasnell, B. I. (1998). Hallan Çemi, pig husbandry, and post-Pleistocene adaptations along the Taurus-Zagros Arc (Turkey). *Paléorient*, 24(1), 25–41.
- Rosignol-Strick, M. (1995). Sea-land correlation of pollen records in the eastern mediterranean for the glacialinterglacial transition: biostratigraphy versus radiometric time-scale. *Quaternary Science Reviews*, 14, 893–915.
- Rosignol-Strick, M. (1997). Paléoclimat de la Méditerranée orientale et de l'Asie du Sud-Ouest de 15.000 à 6.000 BP. *Paléorient*, 23(2), 175–186.
- Roux, V., (1985). *Le matériel de broyage. Etude Ethnoarchéologique à Tichitt (RI) Mauritanie*. Edition Recherches sur les Civilisations, Mémoire no. 58. Paris.
- Runnels, C. (1981). *A diachronic Study and economic Analysis of Mill-stone from the Argolid*. [Ph. D. Thesis] Indiana University.
- Rutter, G. P., Philip, G. (2008). Beyond provenance analysis: the movement of basaltic artefacts through a social landscape. In J. Ebeling, & Y. Rowan (Eds), *New Approaches to Old Stones: Recent Studies of Ground Stone Artifacts*, 343-358. London: Equinox.
- Salamini, F., Ozkan, H., Brandolini, A., Schäfer-Pregl, R., & Martin, W. (2002). Genetics and geography of wild cereal domestication in the near east. *Nature Reviews. Genetics*, 3(6), 429–41.
- Sanlaville, P. (1996). Changements climatiques dans la région levantine à la fin du Pléistocène supérieur et au début de l'Holocène. Leurs relations avec l'évolution des sociétés humaines. *Paléorient*, 22(1), 7–30.

- Sanlaville, P. (1997). Les changements dans l'environnement au Moyen-Orient de 20.000 BP à 6.000 BP. *Paléorient*, 23, 7–30.
- Sanlaville, P. (2000). *Le Moyen-Orient arabe. Le milieu et l'homme*. Paris: Armand Colin.
- Sanlaville, P. (2004). Les terrasses pléistocènes de la vallée de l'Euphrate en Syrie et dans l'extrême sud de la Turquie. In O. Aurenche, M. Le Mièrre, & P. Sanlaville (Eds.), *From the River to the Sea: The Paleolithic and the Neolithic on the Euphrates and in the Northern Levant. Studies in honour of Lorraine Copeland* (pp. 115–131). Oxford: BAR International Series 1263.
- Santallier, D., Marechal, C., & Vera, R. (1997). Éléments de parure au Néolithique syrien. Identification et provenances des matériaux. *Revue d'Archéométrie*, 21, 55–65.
- Saña, M. (1999). *Arqueología de la domesticación animal. La gestión de los recursos animales en Tell Halula (Valle del Éufrates-Siria) del 8800 al 7000 BP* (p. 239). Barcelona: TAPO 1.
- Saña, M. (2001). *Dynamique de processus de domestication animale d'après le site néolithique de tell Halula (Vallée de l'Euphrate, Syrie)*. (I. ASWAD, Ed.). Paris.
- Saña, M., Helmer, D. (1999). The process of animal domestication in the North of Euphrates Valley (Syria). Socio-economics implications. In G. Del Olmo & J. Monetero (Eds.), *Archaeology of the upper syrian euphrates. The tishrin dam area* (pp. 257–278). Aula Orientalis-Supplementa.
- Saña, M., Tornero, C. (2012). Use of Animal Fibres during the Neolithisation in the Middle Euphrates Valley (Syria): An Archaeozoological Approach, *Paléorient*, 38, 1-2, pp.79-91
- Sánchez-Priego, J. A. (2008, inédito). Les outils de percussion de Tell Aswad. In Stordeur D., & Jamous B. *Fouilles franco-syriennes. Campagne d'étude de materiel*.
- Sánchez-Priego, J. A., Brenet, M (2007). Approche expérimentale des modes de fabrication et de fonctionnement des herminettes de type Mureybet. In L. Astruc, D. Binder, & F. Briois (Ed.) *Systèmes techniques et communautés du Néolithique précéramique au Proche-Orient Technical Systems and Near Eastern PPN Communities*. Antibes: APDCA.
- Santallier, D., Caron, V., Gisclon, J., Jautée, E., & Rantsordas S. (2002). Les qualités mécaniques des matériaux lithiques utilisés pour la confection du broyage et de mouture. Réflexions préliminaires. H. Procopiou & R. Treuil (Ed.), *Moudre et broyer*. Paris: CTHS.
- Schmidt, K. (2000). Göbekli Tepe, Southeastern Turkey. A Preliminary Report on the 1995-1999 Excavations. *Paléorient*, 26(1), 45–54.
- Schneider, J. S. (1996). Quarrying and Production of Milling Implements at Antelope Hill, Arizona. *Journal of Field Archaeology*, 23(3), 299–311.

- Schneider, J. (2002). Milling tool design, stone textures and function. En H. Procopiou, & R. Treuil (Eds.): *Mouldre et Broyer* (pp. 31-53). Paris: CTHS.
- Schneider, J. S., & Osborne, R. H. (1996). A Model for the Production of Portable Stone Mortars and Bowls. *Pacific Coast Archaeological Society Quarterly*, 32(4), 27–40.
- Schoumacker, A. (1993). Apports de de la technologie et de la pétro graphie pour la caractérisation des meules. In *Traces et fonction: les gestes retrouvés. Colloque international de Liège, Eraul, vol. 50* (pp. 165-176).
- Semenov, S.A. (1964). *Prehistoric technology. An experimental study of the oldest tools and artifacts from traces of manufacture and wear*. London: Mackay Ltd
- Semenov, S. A. (1981). *Tecnología prehistórica: estudio de las herramientas y objetos antiguos a través de las huellas de uso*. Madrid: Akal.
- Sigaut, F. (1991). Un couteau ne sert pas à couper mais en coupant. Structure, fonctionnement et fonction dans l'analyse des objets. In C. Perlès (Ed.), *25 ans d'études technologiques en Préhistoire. Bilan et perspectives. Actes des rencontres 18-19-20 Octobre 1990* (pp. 21–34). Juin-les-Pins: APDCA.
- Simmons, A. H. (2007). *The neolithic Revolution in the Near east. Transforming the Human landscape*. The University of Arizona Press.
- Solecki, R.L. (1969). Milling tools and the Epipaleolithic in the Near East. In *Etudes françaises sur le Quaternaire, Vol. 2. Supplément au Bulletin de l'Afeq* (pp. 989-994). Paris: Association pour l'étude du Quaternaire
- Solecki, R. L. (1981). *An early village site at Zawi Chemi Shanidar*. Malibu: Undena Publications.
- Sotiropoulou, S., Perdikatsis, Ch., Apostolaki, A. G., Karydas, A., Devetzi, K., & Birtacha (2010). Lead pigments and related tools at Akrotiri, Thera, Greece. Provenance and application techniques, *Journal of Archaeological Science*, 37, 8, 1830–1840
- Stahl, A. (1989). Plant-food processing : implications for dietary quality. In D. R. Harris & D. C. Hillman (Eds.), *Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation* (pp. 171–194). London: Unwin Hyman.
- Starkovich, B., & Stiner, M. C. (2009). Hallan Çemi Tepesi: High-ranked game exploitation alongside intensive seed processing at the Epipaleolithic-Neolithic transition in Southeastern Turkey. *Anthropozoologica*, 44(1): 41-61.
- Stemp, W. J., & Stemp, M. (2001). UBM laser profilometry and lithic use-wear analysis: a variable length scale investigation of surface topography. *Journal of Archaeological Science*, 28, 81–88.



- Stemp, W. J., & Stemp, M. (2003). Documenting Stages of Polish Development on Experimental Stone Tools: Surface Characterization by Fractal Geometry Using UBM Laser Profilometry. *Journal of Archaeological Science*, 30, 287–296
- Sternke, F., Eigeland, L., & Costa, L.-J. (Eds.). (2009). *Non-Flint Raw Material Use in Prehistory Old prejudices and new directions. L'utilisation préhistorique de matières premières lithiques alternatives. Proceedings of the XV World Congress (Lisbon, 4-6 september 2006). UISPP. Vol. 11. Session C77*. Oxford: BAR International Series 1939.
- Stone, T. (1994). ArchaeologyThe Impact of Raw-Material Scarcity on Ground-Stone Manufacture and Use: An Example from the Phoenix Basin Hohokam. *American Antiquity*, 59, 4, 680-694
- Stordeur, D. (1978). Proposition de classement des objets en os selon le degré de transformation imposé à la matière première. *Bulletin de La Société Préhistorique Française*, 75(1), 20–23.
- Stordeur, D. (1991). Le Natoufien et son évolution à travers les artefacts en os. In O. Bar Yosef & F. R. Valla (Eds.), *The Natufian Culture in the Levant* (pp. 467–482). Ann Arbor: International Monograph in Prehistory (Archaeological series 1).
- Stordeur, D. (1996). Los objetos de hueso. In M. Molist (Ed.), *Tell Halula. Un poblado de los primeros agricultores en el Valle del Éufrates, Siria. Memoria científica 1995-2000* (pp. 115–123). Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Stordeur, D. (1997). Jerf el-Ahmar. Un nouveau site de l'horizon PPNA sur le Moyen Euphrate syrien. *Bulletin de La Société Préhistorique Française*, 94(2), 282–285.
- Stordeur, D. (1999). Organisation de l'espace construit et organisation sociale dans le Néolithique de Jerf el Ahmar (Syrie, Xe-XIe millénaire av. J.-C.). In *Habitat et société* (pp. 131–149). Antibes: APDCA.
- Stordeur, D. (2000a). *El Kowm 2, une île dans le désert. La fin du Néolithique précéramique dans la steppe syrienne*. Paris: CNRS.
- Stordeur, D. (2000b). Jerf el Ahmar et l'émergence du Néolithique au Proche Orient. In J. Guilaine (Ed.), *Primiers paysans du monde. Naissance des agricultures. Séminaire du collège de France* (pp. 31–60). Paris: Editions Errance.
- Stordeur, D. (2003a). Des crânes surmodelés à Tell Aswad de Damascène (PPNB - Syrie). *Paléorient*, 29(2), 109–115.
- Stordeur, D. (2003b). Tell Aswad. Résultats préliminaires des campagnes 2001 et 2002. *Neo-Lithics*, 1(03), 7–15.

- Stordeur, D. (2004). *Tell Aswad*, Rapport scientifique de la mission archéologique franco-syrienne [Unpublished].
- Stordeur, D., & Jammous, B. (1997). *Fouille franco-syrienne de Jerf el-Ahmar*, Campagne 1997, Rapport de terrain [Unpublished].
- Stordeur, D., & Khawam, R. (2008). Une place pour les morts dans les maisons de Tell Aswad (Syrie). (Horizon PPNB ancien et PPNB moyen)., In J. M. Cordoba, M. Molist, M. C. Perez, I. Rubio, S. Martinez (eds.), *Workshop Houses for the living and a place for the dead, Hommage à J. Cauvin. Proceedings of the 5th International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East (3-8 april 2006)*, Vol. III (pp. 561-590). Madrid: UAM Ediciones
- Stordeur D., & Willcox G. (2009). Indices de culture et d'utilisation des céréales à Jerf el Ahmar. In *De Méditerranée et d'ailleurs... Mélanges offerts à Jean Guilaine* (pp 693-710). Toulouse.
- Stordeur, D., & Abbès, F. (2002). Du PPNA au PPNB: mise en lumière d'une phase de transition à Jerf el Ahmar (Syrie). *Bulletin de La Société Préhistorique Française*, 99(3), 563–595.
- Stordeur, D., Jammous, B., Khawam, R., Morero, E. (2006). L'aire funéraire de Tell Aswad (PPNB). In J.-L. Huot, & D. Stordeur (Ed). *Hommage à H. de Contenson, Syria* 83, p. 39-62.
- Stordeur, D., & Khawam, R. (2007). Les crânes surmodelés de Tell Aswad (PPNB, Syrie). Premier regard sur l'ensemble, premières réflexions. *Syria*, 84, 5–32.
- Stordeur D., & Willcox G. (2009). Indices de culture et d'utilisation des céréales à Jerf el-Ahmar. In *De Méditerranée et d'ailleurs... Mélanges offerts à Jean Guilaine* (pp. 693-710). Toulouse.
- Stordeur, D., Helmer, D., Jammous, B., Khawam, R., Molist, M., & Willcox, G. (2010). Le PPNB de Syrie du sud à travers les découvertes récentes à Tell Aswad. In M. Al-Maqdissi, J.-M. Dentzer, & F. Braemer (Eds.), *Cultures du Hauran: déterminismes géographiques et communautés humaines* (pp. 41–68). Beyrouth: IFPO, BAH.
- Stroula, A. (2010). *Excavations at Franchthi Cave, Greece. Flexible Stones. Ground Stone tools From Franchthi Cave*. Indiana University Press.
- Sulaiman, G. (2012). Tell al-Baharia: an important site in the Damascus basin. In F. Borrell, M. Bouso, A. Gómez, C. Tornero, & O. Vicente (Eds.), *Broadening Horizons 3. Conference of Young researchers Working in the Ancient Near East*. Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de Publicacions. Bellaterra.
- Taha, B., (en prep.): Industria óssea en el Neolítico del Próximo Oriente. *Aproximación a la gestión de las materias duras animales en el Levante Norte (IX-VI milenio cal BC)*. Universitat Autònoma de Barcelona.

- Taha, B., (2013). Estudio experimental de un elemento singular de la industria ósea en el norte del próximo oriente neolítico: elementos con bisel y empuñadura. In A. Palomo, R. Piqué y X. Terradas (Ed.) *Experimentación en arqueología. Estudio y difusión del pasado* (pp. 157-166). Banyoles: MAC-Girona 25.1.
- Takaoglu, T. (2005). Coskuntepe: an Early Neolithic Quern Production Site in NW Turkey. *Journal of Field Archaeology*, 30, 419–433.
- Terradas, X., Ibañez, J., Braemer, F., Hardy, K., Iriarte, E., Madella, M., Teira, L. C. (2013). Natufian bedrock mortars at Qarassa 3: Preliminary results from an interdisciplinary methodology. In B. F., J. Ibañez, & M. Molist (Eds.), *Stone Tools in Transition: From Hunter-Gatherers to Farming Societies in the Near East. 7th Conference on PPN Chipped and Ground Stone Industries of the Fertile Crescent* (pp. 449–464). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Thalmann, J.P. (1991). *Tell Arqa. 1981-1991, bilan et perspectives. Berytus*, 39, 21-38.
- Thalmann, J.P. (2000). *Tell Arqa. Bulletin d'archéologie et d'architecture libanaises*, 4, 5–74.
- Thalmann, J.P. (2004). Dernière nouvelle de Tell Arqa: aspects de la vie quo-Serhal. In *A Decade of Archaeology in Lebanon* (pp. 392-407). Beyrouth: Lebanese British Friends of National Museum
- Thalmann, J. P. (2006). *Tell Arqa I, les Niveaux de l'Age du Bronze*. Beyrouth: Institut Français du Proche-Orient.
- Thalmann, J.P. (2007). Settlement Patterns and Agriculture in the Akkar Plain during the Late Early and Early Middle Bronze Ages. Pp. 219–32 in *Urban and Natural Landscapes of an Ancient Syrian Capital: Settlement and Environment at Tell Mishrifeh/Qatna and in Central- Western Syria: Proceedings of the International Conference Held in Udine, 9–11 December 2004*, ed. D. Morandi Bonacossi. Studi archeologici su Qatna 1; Documents d'archéologie syrienne 12. Udine: Forum.
- Thalmann, J.P. (2010). Tell Arqa: A Prosperous City during the Bronze Age. *Near Eastern Archaeology*, 73, 2–3.
- TORNERO, C. (2011). *Estrategias de explotación, gestión y apropiación del ganado en las primeras sociedades campesinas del valle medio del Éufrates. Integración de los análisis biogeoquímicos al estudio arqueofaunístico de tell Halula (Valle Medio del Éufrates, República Árabe de Siria)*. [Ph. D. Thesis] Universitat Autònoma de Barcelona.
- Toselli, A., Pijoan, J., & Barceló, J. A. (2002). La descripción de las trazas de uso en materias primas no silíceas: resultados preliminares de un análisis estadístico descriptivo. In *Análisis funcional: su aportación al estudio de Sociedades Prehistóricas. 1er Congreso de Análisis Funcional de España y Portugal*. Oxford: BAR

- Trifonov, V. G., Dodonov, A. E., Sharkov, E. V., Golovin, D. I., Chernyshev, I. V., Lebedev, V. A., & Ali, O. (2011). New data on the Late Cenozoic basaltic volcanism in Syria, applied to its origin. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 199(3–4), 177–192.
- Tringham, R., Cooper, G., Odell, G., Voytek, B., & Withman, A. (1974). Experimentation in the formation of Edge Damage: a new approach to Lithic analysis. *Journal of field Archaeology* 1. pp. 171-196.
- Tunca, O., & Molist, M. (Edts.) avec la collaboration de W. Cruells (2004): *Tell Amarna (Syrie) I. La période de Halaf. A.P.H.A.* Belgium: Publications de la Mission archéologique de l'Université de Liège en Syrie..
- Tuncer, D., Seyrek, A., Westaway, R., Bridgland, D., & Beck, A. (2010). Late Cenozoic surface uplift revealed by incision by the River Euphrates at Birecik, southeast Turkey. *Quaternary International*, 186, 132–163.
- Twiss, K. C. (2008). Transformations in an early agricultural society: Feasting in the southern Levantine Pre-Pottery Neolithic. *Journal of Anthropological Archaeology*, 27(4), 418–442.
- Unger-Hamilton, R. (1988). *Methods in microwear analysis: Sickle Blades and other tools from Arjouna, Syria*. BAR International Series 435.
- Van Gijn, A. (1989). The wear and tear of flint. Principles of functional analysis applied to Dutch Neolithic assemblage. *Analecta Praehistorica Leidensia*, 22.
- Van Gijn, A. (1990). Functional differentiation of late Neolithic settlements in Dutch coastal area. In Knutsson (Ed.) *The interpretative possibilities of microwear studies* (pp. 77-78)
- Van Zeist W., & Bakker-Heeres J. A. H. (1979). Some Economic and Ecological Aspects of the Plant Husbandry of Tell Aswad. *Paléorient*, 5, 161-169.
- Van Zeist, W., & Bakker-Heeres, J. A. H. (1982). Archaeobotanical studies in the Levant. I. Neolithic sites in the Damascus basin: Aswad, Ghoraifé, Ramad. *Palaeohistoria*, 24, 165–257.
- Vardi, J., Golan, A., Levy, D., Gilead, I. (2010). Tracing sickle blade levels of wear and discard patterns: a new sickle gloss quantification method. *Journal of Archaeological Science*, 37(7), 1716–1724.
- Vargiolu, R. (2008). *De la fabrication à l'utilisation d'objets archéologiques. Apport de la tribologie*. [Ph. D. Thesis] École Centrale de Lyon.
- Vaughan, P. (1981). *Lithic microwear experimentation and the functional analysis of lower Magdalenian stone tools assemblage*. UMI Dissertation Information Service. Publication n.° 8208050.

- Verbaas, A., & Van Gijn, A. (2007). Querns and other hard stone tools from Geleen-Janskamperveld. In P. van de Velde (Ed.), *Excavations at Geleen-Janskamperveld 1990/1991. Analecta Praehistorica Leidensia 3* (pp. 191–204). Leiden: Leiden University.
- Vered, A. (2013). Grooved stones in the Southern Levant: typology, function and chronology. In F. Borrell, J. J. Ibáñez, & M. Molist (Eds.), *Stone Tools in Transition: From Hunter-Gatherers to Farming Societies in the Near East. 7th Conference on PPN Chipped and Ground Stone Industries of the Fertile Crescent* (pp. 435–447). Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Verhoeven, M. (2011). The Birth of a Concept and the origins of the Neolithic: a History of Prehistoric Farmers in the Near East. *Paleorient*, 37, 1, 75-87
- Vicent, J. M. (1979). On the Sexual Division of labour, Population, and the origins of Agriculture. *Current Anthropology*, 20(2), 422–425.
- Vicent, J. M. (1988). El origen de la economía productora. Breve introducción a la historia de las ideas. In P. López (Ed.), *El Neolítico en España* (pp. 11–53). Madrid: Cátedra.
- Vicent, J. M. (1990). El Neolític: transformacions socials i econòmiques. In J. Anfruns & E. Llobet (Eds.), *El canvi cultural a la Prehistòria* (pp. 241–294). Barcelona: Columna.
- Vila, A. & Gallart, F. (1993). *Traces et fonction: les gestes retrouvés. Liège: Eraul*
- Voigt, M. M. (1983). *Hajji Firuz Tepe, Iran: The Neolithic Settlement*. Philadelphia: University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology.
- Watkins, T. (1992). The beginning of the Neolithic: searching for meaning in material culture change. *Paleorient*, 18(1), 63–75.
- Watkins, T. (2010). New light on the Neolithic revolution in south-west Asia. *Antiquity*, 84(325), 621–634.
- Weinstein-Evron, M., Kaufman, D., & Bird-David, N. (2001). Rolling stones: basalt implements as evidence for exchange in the Levantine Epipalaeolithic. *Journal of the Israel Prehistoric Society*, 31, 9–25.
- Weinstein-Evron, M., Lang, B., & Ilani, S. (1999). Natufian trade/exchange in basalt implements: evidence from northern Israel. *Archaeometry*, 41(2), 267–273.
- Weinstein-Evron, M., Lang, B., Ilani, S., Steinitz, G., & Kaufman, D. (1995). K-Ar dating as a means of sourcing Levantine Epipalaeolithic basalt implements. *Archaeometry*, 37(1), 37–40.

- Wilkinson, T. J. (2004). *On the margin of the Euphrates. Settlement and land use at Tell es-Sweyhat and in the upper Lake Assad area, Syria*. Chicago: Oriental Institute of the University of Chicago.
- Willcox, G. (2000). Présence des céréales dans le Néolithique précéramique de Shillourokambos à Chypre: résultats de la campagne 1999. *Paléorient*, 26(1), 129–135.
- Wilke, P. J., Quintero, L.A. (1996). Near Eastern Neolithic millstone Production: Insights from Research in the Arid Southwestern United States. In H. G. Gebel, & S. K. Kozłowski (Eds.), *Neolithic Chipped Stone Industries in the Fertile Crescent, and Their Contemporanities in Adjacent Regions*, 243-259.
- Willcox, G. (2002). Charred plant remains from a 10th millennium B.P. kitchen at Jerf el Ahmar (Syria). *Vegetation History and Archaeobotany*, 11, 55–60.
- Willcox, G. (2005). The distribution, natural habitats and availability of wild cereals in relation to their domestication in the Near East: multiple events, multiple centres. *Vegetation History and Archaeobotany*, 14(4), 534–541.
- Willcox, G. (2007a). Le blé sauvage des premiers agriculteurs. *La Recherche*, 406, 58–61.
- Willcox, G. (2007b). The adoption of farming and the beginnings of the Neolithic in the Euphrates valley: cereal exploitation between the 12th and 8th millennia cal BC. In S. Colledge & J. Conolly (Eds.), *The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe*. Walnut Creek, CA: University College London Institute of Archaeology Publications.
- Willcox, G. (2014) Les premiers indices de la culture des céréales au Proche-Orient. In C. Manen, T. Perrin, & J. Guillaîne (Eds.) *La transition néolithique en méditerranée* (pp. 47-58). Arles: Errance Editions.
- Willcox, G., & Anderson, P. C. (1991). Una aproximació experimental als inicis de l'agricultura al sud-oest d'Àsia: resultats del conreu d'espelta petita silvestre a l'Institut de Prehistòria Oriental del CNRS a Jalés, França. *Cota Zero*, 7, 47–57.
- Willcox, G., Buxó, R., & Herveux, L. (2009). Late Pleistocene and early Holocene climate and the beginnings of cultivation in northern Syria. *The Holocene*, 19(1), 151–158.
- Willcox, G., & Catala, M. (1996). Análisis paleobotánico. In M. Molist (Ed.), *Tell Halula (Siria). Un yacimiento neolítico del valle medio del Éufrates. Campañas de 1991 y 1992* (pp. 135–142). Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Willcox, G., & Fornite, S. (1999). Impressions of wild cereal chaff in pisé from the 10th millennium uncal B.P. at Jerf el Ahmar and Mureybet: northern Syria. *Vegetation History and Archaeobotany*, 8(1-2), 21–24.

- Willcox, G., Saña, M., Roitel, V., & Helmer, D. (1998). Interprétations environnementales des données archéozoologiques et archéobotaniques en Syrie du Nord de 16000 BP à 7000 BP, et les débuts de la domestication des plantes et des animaux. In *Espace naturel, espace habité en Syrie du Nord (10e - 2e millénaires av. J.-C.) / Natural Space, inhabited Space in Northern Syria (10th - 2nd millennium B.C.)*. Actes du colloque tenu à l'Université Laval (Québec) du 5 au 7 mai 1997 (pp. 9–33). Lyon: Maison de l'Orient et de la Méditerranée Jean Pouilloux.
- Willcox, G., Stordeur, D. (2012). Large-scale cereal processing before domestication during the tenth millennium BC cal. in northern Syria. *Antiquity*, *86*, 99-114.
- Williams-Thorpe, O., & Thorpe, R. S. (1993). Geochemistry and Trade of Eastern Mediterranean Millstones from the Neolithic to Roman Periods. *Journal of Archaeological Science*, *20*(3), 263–320.
- Wright, K. I. (1991). The Origins and development of ground stone assemblages in Late Pleistocene Southwest Asia. *Paléorient*, *17*(1), 19–45.
- Wright, K. I. (1992a). A Classification System for Ground Stone Tools from the Prehistoric Levant. *Paléorient*, *18*(2), 53–81.
- Wright, K. I. (1992b). *Ground stone assemblage variations and subsistence strategies in the Levant, 22.000 to 5.500 BP*. [Ph. D. Thesis] University of Yale.
- Wright, K. I. (1993). Early Holocene Ground Stone Assemblages in the Levant. *Levant*, *25*(1), 93–111.
- Wright, K. I. (1994). Ground-Stone Tools and Hunter-Gatherer Subsistence in Southwest Asia: Implications for the Transition to Farming. *American Antiquity*, *59*(2), 238–263.
- Wright, K. I. (2000). The social origins of cooking and dining in early villages of western Asia. *Proceedings of the Prehistoric Society*, *66*(1), 89–121.
- Wright, K. I., Critchley, P., Garrard, A., Baird, D., Bains, R., & Groom, S. (2008). Stone bead technologies and early craft specialization: insights from two Neolithic sites in eastern Jordan. *Levant*, *40*(2), 131–165.
- Wright, M. K. (1993). Simulated use of experimental maize grinding tools from southwestern Colorado. *Kiva*, *58*(3), 345–355.
- Xenophontos, C., Elliott, C., & Malpas, J. G. (1988). Major and trace-element geochemistry used in tracing provenance of Late Bronze Age and Roman basalt artefacts from Cyprus. *Levant*, *20*, 169–1823.
- Yardley, B. W. D., Kenzie, W. S., Guilford, C. (1997). *Atlas de rocas metamórficas y sus texturas*. Barcelona: Masson.

- Yartah, T. (2004). Tell 'Abr 3, un village du néolithique précéramique (PPNA) sur le Moyen Euphrate. Première approche. *Paléorient*, 30(2), 141–158.
- Zimmermann, A. (1988). Steine. In U. Boelicke (Ed.), *Der Bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 8, Rheinische Ausgrabungen 28* (pp. 569–787). Köln: Rheinland Verlag.
- Zohary, D., & Hopf, M. (2000). *Domestication of plants in the Old World: the origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley*. Oxford: Oxford University Press.
- Zurro, D., Risch, R., & Clemente, I. (2005). Analysis of an archaeological grinding tool: what to do with archaeological artefacts. In X. Terradas (Ed.), *Lithic toolkits in ethoarchaeological contexts* (pp. 57–64). Oxford: BAR International Series 1370.



*Anexos*

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA  
DE UN CONJUNTO DE MUESTRAS DEL  
MACROUTILLAJE LÍTICO DE TELL HALULA,  
TELL ASWAD, JERF EL AHMAR Y TELL ARQA  
(SIRIA)**

**Dra. Maria Rita Estrada Aliberas (Geóloga, Depart. de Geología, UAB)**

**Dr. Aureli Álvarez Pérez (Geólogo)**

**Dr. Xavier Clop García (Depart. de Prehistoria, UAB)**

**Bellaterra, octubre de 2012**

## ÍNDICE

	Pág.
1.- INTRODUCCIÓN	2
2.- METODOLOGÍA DE ESTUDIO	4
3.- DESCRIPCIÓN PETROLÓGICA DE LAS MUESTRAS	10
4.- DESCRIPCIÓN POR GRUPOS MINERALÓGICOS DE LAS MUESTRAS	49
5.- FOTOS	59
5.- BIBLIOGRAFÍA	61

## 1.- INTRODUCCIÓN

En este informe presentamos los resultados definitivos del estudio de de caracterización petrográfica 22 muestras del utillaje macrolítico procedentes de los yacimientos de Tell Halula (11 muestras), Tell Aswad (8 muestras), Jerf el Ahmar (3 muestras) y Tell Arqa (2 muestras) (Siria). El estudio se completa con el estudio petrográfico de 13 muestras de rocas recogidas en diferentes contextos geológicos.

Las muestras estudiadas han sido las siguientes:

<b>MUESTRAS ARQUEOLÓGICAS</b>		
<b>YACIMIENTO</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>SIGLA</b>
<b>TELL HALULA (SIRIA)</b>	PHL-1	HL-4EF-2119
	PHL-2	HL-4H-2042
	PHL-3	HL-2A-201
	PHL-4	HL-47/1-2086
	PHL-5	HL-2H-2052
	PHL-6	HL-4D-2075
	PHL-7	HL-30AP-2055
	PHL-8	HL-30AP-2094
	PHL-9	HL-4H-2099
	PHL-10	HL-4H-2102
	PHL-11	HL-47/1-2085
<b>JERF EL-AHMAR (SIRIA)</b>	PHL-19	JF98-E144
	PHL-20	JF62-98-E116
	PHL-21	JF31-98-E14
<b>TELL ASWAD (SIRIA)</b>	PHL-26	AW04-st320-2
	PHL-27	AW04-ZZ133-1
	PHL-28	AW-T126-22
	PHL-29	AW04-A135-2
	PHL-30	AW02-Q124-13
	PHL-31	AW04-A137-5
	PHL-32	AW02-M130-13-2
PHL-33	AW05-G143-22	
<b>TELL ARQA (SIRIA)</b>	PHL-35	M27- AR03/733.5
	PHL-36	M37-AR02/511.6

<b>MUESTRAS GEOLÓGICAS</b>	
<b>MUESTRA</b>	<b>PROCEDÈNCIA</b>
PHL-12	MP Jerf el Ahmar
PHL-13	MP Qalat Hadid
PHL-14	MP Montaña Halula
PHL-15	MP Wadi Furs Seguir
PHL-16	MP Wadi Furs Seguir II
PHL-17	MP Sejour
PHL-18	MP Wadi Jada Seguir
PHL-22	Experimental ríoTer
PHL-23	MP Hijjané2
PHL-24	MP Hijjané3
PHL-25	MP Hijjané1
PHL-34	MP32 Deir Janine
PHL-37	MP Exp-5

En este informe se detalla la metodología de estudio que se ha utilizado, las variables analizadas, la información obtenida de cada muestra y los grupos de rocas determinados.

## 2.- METODOLOGÍA DE ESTUDIO

El análisis petrográfico de las 35 muestras incluidas en este estudio se basa en la realización de láminas delgadas de todas las muestras. El estudio de las láminas delgadas se ha realizado en el Laboratorio de Análisis de Materiales Arqueológicos (LANMARQ) de la Universidad Autónoma de Barcelona con un microscopio de luz polarizada de la casa LEITZ modelo “Ortholux 2 Pol/BK” equipado con objetivos planares y lámpara halógena de 100 W.

Los resultados del estudio señalan que todas las muestras corresponden a rocas ígneas o a rocas sedimentarias. Las variables analizadas y los parámetros utilizados en cada caso se describen a continuación

### ROCAS ÍGNEAS

Las rocas ígneas se forman a partir de la solidificación de un magma. Se distinguen tres tipos principales de rocas ígneas según la profundidad en la que ocurre esta solidificación o cristalización.

Cuando los procesos magmáticos han tenido lugar en el interior de la corteza terrestre se originan las **rocas ígneas intrusivas**. Éstas se han originado a partir de un enfriamiento lento que ha tenido lugar bajo condiciones de altas presiones; conservan además sus componentes volátiles durante un largo período de tiempo favoreciendo el proceso de cristalización.

Las rocas **filonianas** o **hipabisales** se generan en el subsuelo pero cerca de la superficie, generalmente ocupan fracturas o espacios reducidos.

Las rocas **volcánicas** o **efusivas** derivan de procesos magmáticos que han llevado el magma a la superficie provocando su enfriamiento y desgasificación de forma muy rápida. En este caso, dada la rapidez en el enfriamiento y la expulsión de los componentes volátiles, los magmas pueden consolidar en un estado vítreo o parcialmente cristalino o microcristalino.

El proceso solidificación y/o cristalización que ha experimentado el magma para dar lugar a la roca ígnea se traduce en su textura. Ésta se define a partir de la forma, el tamaño absoluto y relativo de los componentes minerales y las relaciones entre ellos. Por todo ello, las características texturales son las más usadas para la descripción de las rocas ígneas.

Además, la abundancia relativa y absoluta de los distintos elementos minerales da indicaciones sobre el origen del magma.

### Clasificación según la textura

La textura se define como la ordenación geométrica de los componentes de una roca. En el caso de rocas ígneas los elementos texturales son los cristales, el vidrio y el gas.

## **Morfología**

Cuando los minerales cristalizan de forma temprana y por tanto de manera libre, están bien formados y tienen formas cristalinas propias. En este caso se definen los cristales **idiomorfos** o **euhédricos**. A este grupo se contraponen los **alotriomorfos** o **anhédricos** cuyos cristales no están limitados por caras cristalinas propias siendo por ello irregulares. Ello es debido a que se han formado tardíamente y por tanto no han podido adquirir formas propias por la presencia de cristales formados con anterioridad que han dejado un espacio irregular y más reducido para su cristalización.

Los cristales **hipidomórficos** o **subhédricos** definen situaciones intermedias y son aquellos que no están completamente limitados por caras cristalinas propias.

En cuanto a la forma, existe una terminología específica para casos concretos como: **ameboide** cuando presenta golfos o entrantes pronunciados en su borde, **esquelético** cuando los bordes del cristal son identificables pero en la zona interior aparecen los minerales de la pasta circundante rellenando un espacio que puede mostrar orientaciones cristalográficas específicas, **microlitos** cuando se trata de cristales prismáticos laminares o tabulares de máximo 2 mm de longitud y que típicamente corresponden a feldespatos

## **Tamaño de los cristales: Granularidad**

La medida de los cristales es una singularidad destacada ya que el tamaño depende en parte de la velocidad de enfriamiento del magma.

Los magmas pueden emerger en superficie arrastrando cristales que se originaron en profundidad. Estos cristales resaltan en la masa debido a sus dimensiones mayores con respecto a la pasta de fondo microcristalina o vítrea. Estos cristales reciben el nombre de fenocristales.

Las rocas faneríticas son aquellas en que sus cristales son reconocibles a visu o con ayuda de una lupa mientras que las rocas afaníticas son aquellas en que es necesario el uso del microscopio para reconocerlos. Si sólo se distinguen algunos cristales se denominan **microlíticas**.

Se establece una división según la medida de los cristales dentro de cada uno de los dos grupos.

Las rocas de **grano muy grueso** corresponden a aquellas en que todos los cristales son mayores de 3 cm, las de **grano grueso** entre 3 cm y 5 mm, las de **grano medio** entre 5 y 1 mm, y de **grano fino** si son inferiores al milímetro.

En el caso de rocas afaníticas se denomina **microcristalinas** a aquellas en las cuales sus cristales son reconocibles al microscopio y **criptocristalinas** cuando ni con su ayuda es imposible reconocerlos.

Asimismo dentro de este apartado se trata de dimensiones relativas de los cristales. Cuando la estructura cristalina de la roca presenta todos los elementos de las mismas dimensiones se llama **equigranular** o **equidimensional**. Por el contrario, cuando no existe esta uniformidad se llama **inequigranular** o **inequidimensional**.

### **Cristalinidad de la roca**

La cristalinidad indica la proporción de cristales a vidrio.

El tipo de rocas que han adquirido una estructura completamente cristalina con más del 90 % de cristales reciben el nombre de **holocristalinas**.

Las rocas **hialocristalinas** o **hipocristalinas** son aquellas parcialmente cristalinas donde existen cristales embebidos en una matriz vítrea. En este caso ninguno de los componentes supera el 90%.

Por último, las rocas **holohialinas** o **hialinas** son rocas con más del 90 % de vidrio.

### ***Relaciones entre cristales***

Las texturas inequigranulares pueden ser de varios tipos dependiendo de la relación entre los cristales. Así, la textura **porfídica** presenta cristales de tamaño grande o fenocristales en una matriz de grano fino o vítrea.

La textura intergranular vienen dada por la presencia de cristales alotriomorfos en los intersticios que dejan cristales mayores de feldespatos.

Así mismo cuando los cristales, básicamente los microlitos de feldespato alcalino, se hallan orientados se habla de rocas de textura **traquítica** y si estos se encuentran en una matriz micro o criptocristalina se habla de **microlítica fluidal**.

La textura glomeroporfírica corresponde a agregados de cristales embebidos en la matriz.

La textura **vacuolar** o **vesicular** engloba las rocas que presentan cavidades mayoritariamente redondeadas, elipsoidales o lenticulares. En el caso en que estas cavidades estén rellenas de material cristalino secundario se denomina textura **amigdaloides**.

### **Composición mineralógica**

Los minerales que componen las rocas ígneas se dividen en esenciales cuando se encuentran en cantidades notables y accesorios cuando se encuentran en cantidades subordinadas en proporciones inferiores al 5% en volumen.

Los minerales secundarios se han formado con posterioridad como producto de alteración y su porcentaje no se tiene en cuenta para la clasificación.

### **Clasificación de rocas ígneas**

La clasificación de las rocas ígneas se hace de acuerdo con el diagrama o triángulo doble de Streckeisen, que tiene en cuenta la proporción de minerales de cuarzo (Q), feldespatos alcalinos (F.A.), plagioclasas (P) y feldespatoideos (F).



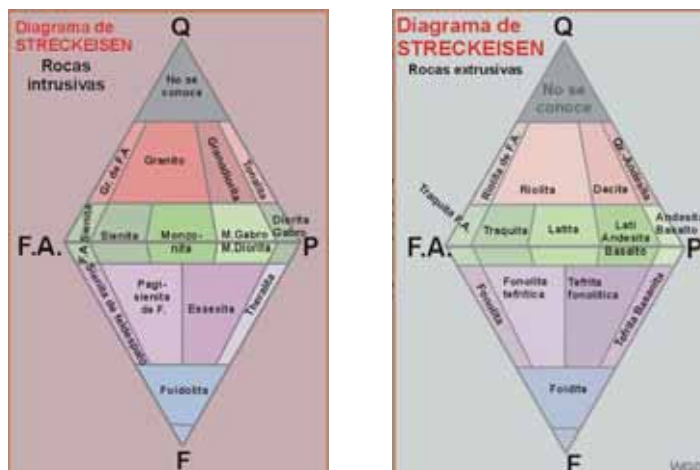


Diagrama de Streckeisen (<http://www2.udec.cl/~caageologia/recursos.php>).

### **Porosidad**

Se ha utilizado las siguientes categorías para calcular la porosidad de las muestras estudiadas:

Porosidad muy baja: 0%-10%

Porosidad baja: 10%-20%

Porosidad media: 20%-30%

Porosidad alta: 30%-40%

Porosidad muy alta: 40%-50%.

### **ROCAS SEDIMENTARIAS**

Las rocas sedimentarias pueden tener dos tipos de orígenes. En primer lugar se pueden originar por acumulación de clastos sólidos después de sufrir un transporte en cuyo caso se denominan rocas detríticas. En segundo lugar se pueden formar por precipitación química de origen inorgánico u orgánico, de sustancias solubles en cuyo caso se denominan rocas químicas y/u orgánicas. En cuanto los sedimentos se van acumulando, empieza el proceso de diagénesis que no es más que el conjunto de cambios físico-químicos que convierten un sedimento suelto en una roca sedimentaria.

Otro término que puede usarse es el de rocas clásticas para indicar aquellas rocas que están formados por fragmentos, cualquiera que sea su origen.

#### **Las rocas sedimentarias químicas y orgánicas**

Las rocas sedimentarias químicas pueden estar formadas por minerales muy distintos si bien tienen en común el haberse formado por precipitación química o bioquímica de sustancias que han sido transportadas en disolución hasta la cuenca de sedimentación.

En concreto las rocas carbonáticas se originan por precipitación química (origen físico-químico) o secreción orgánica (origen bioquímico), en zonas marinas aunque también pueden darse en

zonas lacustres de aguas dulces. La caliza es el tipo más común y está formada mayoritariamente por  $\text{CaCO}_3$  (calcita o aragonito) y en mucha menor proporción por  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (dolomita).

### Componentes de las rocas carbonáticas




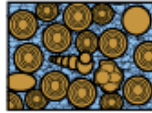
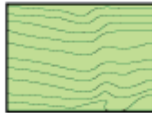
Existen muchos diagramas de clasificación para estos tipos de roca y para su descripción se tienen en cuenta los componentes de las mismas: granos de carbonato, micrita y esparita.

Los granos carbonáticos tienen tamaños superiores a los 0,02 mm y pueden ser de diversa naturaleza como por ejemplo partículas esqueléticas, fragmentos de ellas, agregados orgánicos de origen fecal (pellets), agregados de origen inorgánico (oolitos), etc.

La micrita y la esparita son materiales carbonáticos que han precipitado químicamente en la cuenca de sedimentación. La micrita tiene un tamaño de cristal inferior a 5 micras y la esparita un tamaño superior a 15 micras. La micrita puede actuar como matriz o formar la totalidad de la roca mientras que la esparita rellena huecos y hace de unión entre los otros elementos y por ello se dice que es el cemento que normalmente se formará en las etapas diagenéticas.

### Clasificación de las rocas carbonáticas

Se puede hacer una clasificación de las calizas en base a su textura deposicional (Dunham, 1962).

<b>Original components not bound together at deposition</b>				<b>Original components bound together at deposition. Intergrown skeletal material, lamination contrary to gravity, or cavities floored by sediment, roofed over by organic material but too large to be interstices</b>
<b>Contains mud (particles of clay and fine silt size)</b>		<b>Lacks Mud</b>		
<b>Mud-supported</b>		<b>Grain-supported</b>		
<b>Less than 10% Grains</b>	<b>More than 10% Grains</b>			
<b>Mudstone</b> 	<b>Wackestone</b> 	<b>Packstone</b> 	<b>Grainstone</b> 	
				<b>Boundstone</b> 

C. G. St. C. Kendall, 2005 (after Dunham, 1962, AAPG Memoir 1)

Clasificación textural de Dunham (1962) (<http://www.sepmstrata.org/page.aspx?&pageid=89&4>).

Si la mayoría de la roca está formada por micrita se entiende que se trata de una roca debida única y exclusivamente a la precipitación química (mudstone). Si existen algunos granos

carbonáticos dispersos en esta micrita o fango carbonatado, se denominan rocas sostenidas por la matriz (wackestone) mientras que aquellas en que la mayoría de la roca está constituida por granos carbonáticos y estos estén en contacto entre ellos se denominan rocas sostenidas por los granos (Packstone o Grainstone cuando no existe matriz).

### **3.- DESCRIPCIÓN PETROLÓGICA DE LAS MUESTRAS**

Referencia de la muestra: **PHL-1 (HL-4EF-2119)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida del cristal

Fanerítica:

fino (1-0,1 mm): olivino (0,7mm), plagioclasa y augita (0,4 mm)

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm): augita

criptocristalinas (< 0,02 mm): magnetita

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 20%

Pasta 80%

Vidrio 0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico): olivino, magnetita

Hipidiomórfico (subédrico): plagioclasa, olivino (escasos), augita

Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales

Algunas microvacuolas pequeñas (0,3mm), circulares rellenas de calcita

Porosidad muy baja

### **Minerales**

Esenciales: olivino (formas concéntricas de crecimiento), plagioclasas, augitas macladas

Accesorios: magnetita

Secundarios: calcita, iddingsita (alteración del olivino)

### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-2 (HL-4H-2042)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

medio (5-1 mm): olivino (1,5 mm máx.), plagioclasa (1 mm. máx.)

fino (1-0,1 mm): magnetita (0,25 mm)

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm): augita (0,07 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 25%

Pasta 75%

Vidrio 0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico): olivino, plagioclasa, minerales opacos

Hipidiomórfico (subédrico): minerales opacos

Alotriomórfico (xenomórfico): augita

Relaciones mutuas entre cristales: indicios de estructuras fluidales alrededor de los cristals de olivino.

Porosidad muy baja

### **Minerales**

Esenciales: olivino con bordes de alteración, plagioclasa, augita

Accesorios: magnetita

Secundarios:

### **Observaciones**

Pequeños cristales de augita alrededor de los olivinos

Referencia de la muestra: **PHL-3 (HL-2A-201)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto amigdaloides

### **Análisis petrológico**

#### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

    medio (5-1 mm): olivino (1,3mm)

    fino (1-0,1 mm): plagioclasa (0,8mm)

Afanítica:

    microcristalinas (< 0,1 mm) : augita, magnetita (0,04mm)

    criptocristalinas (< 0,02 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

    Cristales 30%

    Pasta 70%

    Vidrio 0%

Forma de los cristales

    Idiomórfico (euédrico): olivino algunos con estructura esquelética y golfos, magnetita.

    Hipidiomórfico (subédrico): plagioclasas debido a alteración de los bordes

    Alotriomórfico (xenomórfico): augita

Relaciones mutuas entre cristales

    Texturas con cavidades: vacuolas rellenas de calcita

    Textura glomeroporfídica debido a la agrupación de cristales de olivino

Porosidad baja

#### **Minerales**

Esenciales: olivino, plagioclasa

Accesorios: magnetita

Secundarios: iddingsita (alteración de la olivina), calcita principalmente esparítica relleno de cavidades y poros irregulares intercristalinos. En algunos casos se observa micrítica y microesparítica

#### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-4 (HL-47/1-2086)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto vesicular olivínico

### **Análisis petrológico**

#### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

medio (5-1 mm): olivino (2mm máx.), plagioclasa (2mm máx.)

fino (1-0,1 mm): plagioclasa (1-0'1 mm.)

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm): augitas (0,06mm)

criptocristalinas (< 0,02 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 20%

Pasta 80%

Vidrio 0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico): olivino, magnetita

Hipidiomórfico (subédrico): olivino esquelético, olivino con golfos,  
plagioclasa alterada en los bordes

Alotriomórfico (xenomórfico): augitas

Relaciones mutuas entre cristales

Texturas con cavidades vacías o tapizadas por calcita micrítica subactual

Textura glomeroporfídica debido a la segregación de cristales de plagioclasa  
y augita

Porosidad media

#### **Minerales**

Esenciales: olivino totalmente alterado a iddingsita, plagioclasa con maclas  
polisintéticas, zonadas y de Carlsbag

Accesorios: magnetita

Secundarios: calcita, iddingsita (alteración de la olivina)

#### **Observaciones**

Calcita micrítica subactual en vacuolas



Referencia de la muestra: **PHL-5 (HL-2H-2052)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto vacuolar olivínico

### **Análisis petrológico**

#### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

medio (5-1 mm): olivino (3,5mm), plagioclasa (3mm)

fino (1-0,1 mm): plagioclasas de la pasta (0,8mm)

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm): augita de la pasta (0,06mm)

criptocristalinas (< 0,02 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 20%

Pasta 80%

Vidrio 0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico): olivino, plagioclasa, augita, magnetita

Hipidiomórfico (subédrico)

Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales

Texturas con cavidades: vacuolas con bordes tapizados con un anillo de calcita microesparítica y uno más externo de calcita micrítica, otras con un 75 % de relleno con calcita esparítica puntualmente micritizada y dejando espacio poral. Pocas vacuolas se encuentran totalmente rellenas. Textura glomeroporfídica de plagioclasas y augitas.

Porosidad baja

#### **Minerales**

Esenciales: olivino totalmente alterado a iddingsita, augita, plagioclasa

Accesorios: magnetita

Secundarios: calcita micrítica de contaminación, iddingsita (alteración de la olivina)

#### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-6 (HL-4D-2075)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

    medio (5-1 mm): olivino (1,5 mm), plagioclasa (1mm)  
    fino (1-0,1 mm): minerales opacos (0'4 mm)

Afanítica:

    microcristalinas (< 0,1 mm): augita (0,06mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

    Cristales 20%

    Pasta 80%

    Vidrio 0%

Forma de los cristales

    Idiomórfico (euédrico): olivino, plagioclasa

    Hipidiomórfico (subédrico): augita, minerales opacos

    Alotriomórfico (xenomórfico):

Relaciones mutuas entre cristales

    Textura glomeroporfídica debida a la agrupación de cristales olivino. Indicios de estructura fluidal marcada por la alineación de los cristales aciculares de plagioclasa.

Porosidad baja. Poros con formas muy irregulares.

### **Minerales**

Esenciales: olivino con bordes alterados, plagioclasa, augita

Accesorios: minerales opacos

Secundarios: iddingsita (alteración de la olivina), calcita

### **Observaciones**

Calcita rellenando algunos poros.

Referencia de la muestra: **PHL-7 (HL-30AP-2055)**

Tipo de roca: Sedimentaria

Clasificación: Caliza tipo Packstone

### **Análisis petrológico**

#### **Componentes deposicionales**

**Intracuencals Carbonàtics (IC):** algas rojas coralinas, peloides (0,200mm) que se presentan en agregados. No se observa casi matriz

**Processos diagenéticos:** cemento en mosaico de calcita esparítica interpartícula e intrapartícula, cemento en mosaico en fracturas, cemento ferruginoso local

Porosidad en algunas zonas de la lámina delgada puede alcanzar el 40%

#### **OBSERVACIONES:**

Referencia de la muestra: **PHL-8 (HL-30AP-2094)**

Tipo de roca: Sedimentaria

Clasificación: Caliza con textura deposicional mudstone (Dunham, 1962)

### **Análisis petrológico**

#### **Componentes deposicionales**

**Intracuencas Carbonáticas (IC):** peloides micritizados

**Procesos diagenéticos:** Completa micritización de todos los elementos de la roca

Porosidad 25%

#### **OBSERVACIONES:**

Referencia de la muestra: **PHL-9 (HL-4H-2099)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto vacuolar olivínico

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

    medio (5-1 mm): olivino (1'2 mm)

    fino (1-0,1 mm): augita (0'8 mm), plagioclasa (1 mm)

Afanítica:

    microcristalinas (< 0,1 mm): magnetita (0'04 mm)

    criptocristalinas (< 0,02 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

    Cristales 30%

    Pasta 70%

    Vidrio 0%

Forma de los cristales

    Idiomórfico (euédrico): olivino, plagioclasa, magnetita

    Hipidiomórfico (subédrico) augitas

    Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales

    Texturas con cavidades vacías

Porosidad alta

### **Minerales**

Esenciales: olivino, augita, plagioclasa

Accesorios: magnetita

Secundarios: iddingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-10 (HL-4H-2102)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto vacuolar olivínico, amigdalóide

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

fino (1-0,1 mm): olivino (1-0'1 mm), plagioclasa (1-0'1 mm)

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm): plagioclasa, augita

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 20%

Pasta 80%%

Vidrio 0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico): olivino, plagioclasa

Hipidiomórfico (subédrico): augitas

Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales

Texturas con cavidades: vacuolas 50% rellenas, 50% vacías

Porosidad alta

### **Minerales**

Esenciales: olivino alterado parcial o totalmente a iddingsita, plagioclasa

Accesorios: augita de la pasta, magnetita

Secundarios: calcita esparítica relleno de vacuolas, iddingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Vacuolas con un tapizado estrecho de calcita micrítica secundaria

Referencia de la muestra: **PHL-11 (HL-47/1-2085)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto vacuolar olivínico

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

                  medio (5-1 mm): plagioclasa (4mm), olivino (2,5mm)

Afanítica:

                  microcristalinas (< 0,1 mm): plagioclasa, augita y olivino totalmente alterado a iddingsita (0,03mm), magnetita (0,05mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

                  Cristales 30%

                  Pasta 70%

                  Vidrio 0%

Forma de los cristales

                  Idiomórfico (euédrico): plagioclasa, olivino, magnetita

                  Hipidiomórfico (subédrico): olivino con golfos

                  Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales

                  Textura glomeroporfídica debido a la segregación de cristales de plagioclasa en agregados muy compactos

                  Texturas con vacuolas

Porosidad alta

### **Minerales**

Esenciales: plagioclasa, olivino totalmente alterado a iddingsita, augita

Accesorios: magnetita

Secundarios: calcita micrítica, iddingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Calcita micrítica subactual, tapizando parte de las vacuolas.

Vacuolas rellenas de cristales de augita y olivino.

Referencia de la muestra: **PHL-12 (MP Jerf el Ahmar)**

Tipo de roca: Sedimentaria

Clasificación: Caliza

### **Análisis petrológico**

#### **Componentes deposicionales**

**Intracuencales Carbonáticos (IC):** briozoos, foraminíferos, algas rojas coralinas

**Componentes extracuencales (ENC+EC) (1%):** cuarzo monocristalino con granos subredondeados a angulares, los granos tienen tamaño de arena gruesa (0,5 a 1mm)

**Procesos diagenéticos:** micritización de las algas rojas, cemento de calcita esparítica en mosaico rellenando una porosidad muy irregular, cemento de calcita esparítica rellenando fracturas y alrededor de los granos de cuarzo.

Porosidad

#### **Observaciones**



Referencia de la muestra: **PHL-13 (MP Qalat Hadid)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico, vacuolar y amigdaloides

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

    medio (5-1 mm): olivino (1 mm)

    fino (1-0'1 mm): plagioclasa (0'3 mm)

Afanítica:

    microcristalinas (< 0,1 mm): magnetita (0'09 mm), augita (< 0'05 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

    Cristales 20%

    Pasta 80%

    Vidrio 0%

Forma de los cristales

    Idiomórfico (euédrico): olivino, magnetita

    Hipidiomórfico (subédrico): plagioclasa

    Alotriomórfico (xenomórfico): augita

Relaciones mutuas entre cristales

    Textura con cavidades, algunas rellenas

Porosidad alta

### **Minerales**

Esenciales: olivino, augita, plagioclasa

Accesorios: magnetita

Secundarios: calcita, iddingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-14 (MP Montaña Halula)**

Tipo de roca: Sedimentaria

Clasificación: Caliza wackestone dolomitizada

### **Análisis petrológico**

#### **Componentes diposicionales**

**Intracuencas Carbonáticas (IC):** foraminíferos (globigerínidos con caparazón hialino)

Matriz micrítica 50%

**Procesos diagenéticos:** cemento de calcita esparítica intrapartícula, dolomitización : se observan cristales romboédricos de dolomita

Porosidad

#### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-15 (MP Wadi Furs Seguir)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico con augita

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

    medio (5-1 mm): olivino (1'1 mm), augita (1 mm)

    fino (1-0'1 mm): plagioclasa (0'8 mm), magnetita (0'5 mm)

Afanítica:

    microcristalinas (< 0,1 mm):

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

    Cristales 5%

    Pasta 95%

    Vidrio 0%

Forma de los cristales

    Idiomórfico (euédrico): magnetita

    Hipidiomórfico (subédrico): plagioclasa, olivino, augita

    Alotriomórfico (xenomórfico): augita

Relaciones mutuas entre cristales

Porosidad media, con poros de formas irregulares

### **Minerales**

Esenciales: olivino, augita, plagioclasa

Accesorios: magnetita

Secundarios: calcita, iddingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Amigdaloides escasos. Algunos poros están rellenos de calcita.

Referencia de la muestra: **PHL-16 (MP Wadi Furs Seguir II)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto vacuolar olivínico

### **Análisis petrológico**

#### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

    medio (5-1 mm): olivino (5-1 mm)

    fino (1-0,1 mm): plagioclasa (2 mm), magnetita (0'2 mm)

Afanítica:

    microcristalinas (< 0,1 mm): augita, plagioclasa

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

    Cristales 15%

    Pasta 85%

    Vidrio 0%

Forma de los cristales

    Idiomórfico (euédrico): plagioclasa, magnetita, olivino

    Hipidiomórfico (subédrico): augita, olivino

    Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales

    Textura fluidal

    Textura glomeroporfídica en las plagioclasas y augitas

Porosidad alta

#### **Minerales**

Esenciales: olivino alterado a iddingsita, plagioclasa, augita

Accesorios: magnetita

Secundarios: calcita, iddingsita (alteración de la olivina)

#### **Observaciones**

Predominan las vacuolas sin rellenar, menor % amígdalas

Referencia de la muestra: **PHL-17 (MP Sejour)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico vacuolar amigdaloides

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Hipocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

    medio (5-1 mm): olivino (2 mm)

    fino (1-0,1 mm): plagioclasa (0'5 mm), augita (0'4 mm)

Afanítica:

    microcristalinas (< 0,1 mm):

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

    Cristales 25%

    Pasta 65%

    Vidrio 10%

Forma de los cristales

    Idiomórfico (euédrico):

    Hipidiomórfico (subédrico): plagioclasa, augita, olivino

    Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales

    Texturas con cavidades

    Vacuolas rellenas de fragmentos de calcita micrítica

Porosidad baja

### **Minerales**

Esenciales: plagioclasa, olivino, augita

Accesorios:

Secundarios: calcita micrítica/esparítica, iddingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-18 (MP Wadi Jada Seguira)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico vacuolar amigdaloides

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

    medio (5-1 mm): olivino (1'2 mm)

    fino (1-0,1 mm): plagioclasa (0'3 mm), augita (0'3 mm), magnetita (0'2 mm)

Afanítica:

    microcristalinas (< 0,1 mm):

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

    Cristales 20%

    Pasta 80%

    Vidrio 0%

Forma de los cristales

    Idiomórfico (euédrico): magnetita

    Hipidiomórfico (subédrico): plagioclasa, augita, olivino

    Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales

    Textura esferulítica

    Zonación cristalina

    Texturas con cavidades

Porosidad baja

### **Minerales**

Esenciales: plagioclasa, olivino, augita

Accesorios: magnetita

Secundarios: calcita micrítica/esparítica, iddingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-19 (JF98-E144)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

    medio (5-1 mm): olivino (1 mm), augita (1 mm)

    fino (1-0,1 mm): plagioclasa (0'2 mm)

Afanítica:

    microcristalinas (< 0,1 mm): magnetita (0'09 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

    Cristales 20%

    Pasta 80%

    Vidrio 0%

Forma de los cristales

    Idiomórfico (euédrico): magnetita, plagioclasa

    Hipidiomórfico (subédrico): augita, olivino

    Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales

    Textura fluidal

    Textura glomeroporfídica (cristales de olivino y augita)

Porosidad muy baja

### **Minerales**

Esenciales: plagioclasa, olivino, augita maclada

Accesorios: magnetita

Secundarios: poca calcita rellenando las fracturas, iddingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-20 (JF62-98-E116)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico

### **Análisis petrológico**

#### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

                  fino (1-0,1 mm): olivino (1mm), plagioclasa (0,5 mm), magnetita (0,3mm), ortosa (1'2 mm)

Afanítica:

                  microcristalinas (< 0,1 mm): augita (0,03 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

                  Cristales 40 %

                  Pasta 60 %

                  Vidrio 0 %

Forma de los cristales

                  Idiomórfico (euédrico): plagioclasa, olivino, magnetita

                  Hipidiomórfico (subédrico): olivino

                  Alotriomórfico (xenomórfico): augita

Relaciones mutuas entre cristales

                  Textura esferulítica, zonación cristalina

Porosidad muy baja

#### **Minerales**

Esenciales: olivino, plagioclasa, augita(

Accesorios: magnetita

Secundarios: iddingsita (alteración de la olivina)

#### **Observaciones**

Roca con estructura holocristalina. Se reconocen numerosos fenocristales de plagioclasa (tabletas idiomórficas), clinopiroxeno (color verde claro y con alto relieve sólo en polarización), olivino (polarizador de alto relieve y colores de interferencia vivos en nicols cruzados) y minerales opacos en una masa holocristalina que consta



de las mismas fases que se encuentran como fenocristales. Los principales minerales son plagioclasa, clinopiroxeno, olivino y opacos.

Referencia de la muestra: **PHL-21 (JF31-98-E14)**

Tipo de roca: Sedimentaria

Clasificación: Caliza tipo mudstone

### **Análisis petrológico**

#### **Componentes deposicionales**

**Intracuencales Carbonáticos (IC):** fantasmas de moluscos, peloides micritizados

**Componentes Extracuencals (ENC+EC):** cuarzo monocristalino (1%) redondeado disperso de 0,500mm máx. aunque la mayoría son de 0,060mm.

**Procesos diagenéticos:** cemento esparítico en mosaico

Porosidad: 20%. Las láminas de grano mayor presentan porosidad irregular cuyos bordes están tapizados por cemento de calcita esparítica en mosaico. En las láminas con micrita y pseudoesparita porosidad del 1%

#### **Observaciones**

Se observan distintas láminas alternantes de caliza micrítica no porosa y caliza pseudoesparítica y micrítica con fantasmas de fragmentos de bivalvos y moluscos intensamente micritizados y peloides micríticos (0,750 mm max).

Referencia de la muestra: **PHL-22 (Experimental procedente del río Ter, España)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto vacuolar con augita

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

grande (30-5 mm): augita (5mm)

medio (5-1 mm): olivino (1mm)

fino (1-0,1 mm): plagioclasa (0,5mm)

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm): magnetita (0'04 mm)

criptocristalinas (< 0,02 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 25 %

Pasta 75%

Vidrio 0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico): plagioclasa, olivino, magnetita

Hipidiomórfico (subédrico): augita esquelética, olivino con golfos

Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales  
Textura con cavidades

Porosidad muy alta

### **Minerales**

Esenciales: augita, olivino, plagioclasa

Accesorios: magnetita

Secundarios: calcita, iddingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Cristal de calcita relleno de vacuola (3'5 mm), plagioclasa en cristales aciculares

Referencia de la muestra: **PHL-23 (MP Hijjané2)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

medio (5-1 mm): olivino (1 mm), plagioclasa (2 mm)

fino (1-0,1 mm): plagioclasa (0,4mm), augita (0'5 mm), magnetita  
(0'4 mm)

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm):

criptocristalinas (< 0,02 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 25 %

Pasta 75%

Vidrio 0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico): magnetita

Hipidiomórfico (subédrico): augita, olivino, plagioclasa

Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales

Textura microgranuda

Porosidad muy baja

### **Minerales**

Esenciales: augita, olivino (totalmente alterado a iddingsita), plagioclasa

Accesorios: magnetita

Secundarios: iddingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-24 (MP Hijjané3)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico amigdalóide vacuolar

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

medio (5-1 mm): olivino (2 mm), plagioclasa (1 mm)

fino (1-0,1 mm):

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm): augita (0'04 mm), magnetita (0'04 mm)

criptocristalinas (< 0,02 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 15%

Pasta 85%

Vidrio 0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico): magnetita

Hipidiomórfico (subédrico): augita, plagioclasa

Alotriomórfico (xenomórfico): olivino con golfos

Relaciones mutuas entre cristales

Textura esferulítica

Zonación cristalina

Texturas con cavidades

Porosidad muy alta

### **Minerales**

Esenciales: augita, olivino, plagioclasa

Accesorios: magnetita

Secundarios: calcita, iddingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-25 (MP Hijjané1)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

medio (5-1 mm): olivino (1 mm), plagioclasa (1 mm)

fino (1-0,1 mm): augita (0'8 mm), mineral opaco (0'4 mm)

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm):

criptocristalinas (< 0,02 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 40%

Pasta 60%

Vidrio 0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico):

Hipidiomórfico (subédrico): plagioclasa, minerales opacos

Alotriomórfico (xenomórfico): olivino, augita

Relaciones mutuas entre cristales  
Textura microgranuda

Porosidad muy baja

### **Minerales**

Esenciales: augita, olivino, plagioclasa

Accesorios:

Secundarios: iddingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Plagioclasas con zonaciones

Referencia de la muestra: **PHL-26 (AW04-st320-2)**

Tipo de roca: Ígnea

Clasificación: Basalto olivínico

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

medio (5-1 mm): olivino (0,5-2mm), augita (1 mm)

fino (1-0,1 mm): plagioclasa (0,8mm)

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm) : magnetita (0,06mm)

criptocristalinas (< 0,02 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 20%

Pasta 80%

Vidrio 0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico): olivino, plagioclasa, magnetita

Hipidiomórfico (subédrico)

Alotriomórfico (xenomórfico): augita

Relaciones mutuas entre cristales  
Textura fluidal

Porosidad muy baja

### **Minerales**

Esenciales: olivino con bordes alterados a iddingsita, plagioclasa, augita

Accesorios: magnetita

Secundarios: calcita i iddingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Augitas fracturadas a partir de granos más grandes, calcita rellenando espacio irregular

Referencia de la muestra: **PHL-27 (AW04-ZZ133-1)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto vesicular olivínico

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización:

Hipocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

fino (1-0,1 mm): olivino (0,3mm), augita (0'3 mm)

Afanítica:

microcristal-lines (< 0,1 mm): plagioclasa (0,03 mm)

Mida relativa dels cristales:

Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 20%

Pasta 0%

Vidrio 80%

Forma de los cristales

Cristales Idiomorficos (euédrico): olivino

Hipidiomórfico (subédrico):

Alotriomórfico (xenomórfico): augita, plagioclasa

Relaciones mutuas entre cristales

Texturas con cavidades o vesículas

Porosidad muy alta

### **Minerales**

Esenciales: olivino con alteración a iddingsita en los bordes, plagioclasa

Accesorios: augita

Secundarios: calcita, idingsita (alteración de la olivina)

### **Observaciones**

Calcita micrítica subactual en los bordes de algunas vacuolas, microlitos de plagioclasa



Referencia de la muestra: **PHL-28 (AW-T126-22)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico vacuolar amigdaloides

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Hipocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

                  medio (5-1 mm): olivino (4 mm)

Afanítica:

                  microcristalinas (< 0,1 mm): plagioclasa (1'5 mm), augita (0'2 mm)  
                  criptocristalinas (< 0,02 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

                  Cristales 20%

                  Pasta 50%

                  Vidrio 30%

Forma de los cristales

                  Idiomórfico (euédrico): olivino

                  Hipidiomórfico (subédrico): plagioclasa, augita

                  Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales  
Texturas con cavidades

Porosidad media

### **Minerales**

Esenciales: olivino, plagioclasa, augita

Accesorios:

Secundarios: calcita micrítica tapizando las vacuolas (geopetal)

### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-29 (AW04-A135-2)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

medio (5-1 mm): olivino (1 mm)

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm): plagioclasa (0'5 mm), augita (0'06 mm), magnetita (0'06 mm)

criptocristalinas (< 0,02 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 15%

Pasta 85%

Vidrio 0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico): olivino, magnetita

Hipidiomórfico (subédrico): plagioclasa, olivino

Alotriomórfico (xenomórfico): augita

Relaciones mutuas entre cristales

Porosidad muy baja

### **Minerales**

Esenciales: olivino, plagioclasa, augita

Accesorios: magnetita

Secundarios: iddingsita (alteración de la olivina), calcita

### **Observaciones**

Alguna vesícula circular (0'04 mm) rellenas de calcita

Referencia de la muestra: **PHL-30 (AW02-Q124-13)**

Tipo de roca: Ígnea intrusiva

Clasificación: Gabro

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

medio (5-1 mm): olivino (1 mm), plagioclasa (1'5 mm)

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm): augita (0'8 mm), magnetita (0'2 mm)  
criptocristalinas (< 0,02 mm)

Tamaño relativo de los cristales:

Equigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 100%

Pasta 0%

Vidrio 0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico): magnetita

Hipidiomórfico (subédrico): plagioclasa, olivino

Alotriomórfico (xenomórfico): augita

Relaciones mutuas entre cristales

Porosidad muy baja

### **Minerales**

Esenciales: olivino, plagioclasa, augita

Accesorios: magnetita

Secundarios: iddingsita (alteración del olivino)

### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-31 (AW04-A137-5)**

Tipo de roca: Ígnea intrusiva

Clasificación: Gabro

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal  
Fanerítica:

medio (5-1 mm): plagioclasa (4,5mm), augitas (4mm), olivino (4mm)  
fino (1-0,1 mm): minerales opacos (0,5mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Equigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales	100%
Pasta	0%
Vidrio	0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico)  
Hipidiomórfico (subédrico) Cristales esqueléticos de olivino, formas hipidiomórficas debido a la interpenetración entre cristales, plagioclasa, augita, minerales opacos  
Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales

Interpenetración de cristales. Cristales de plagioclasa englobados en los de augita y también de olivino en augita

Porosidad baja

### **Minerales**

Esenciales: plagioclasa, augitas, olivino alterado en las fracturas a iddingsita o iddingsita circundando los vacíos intracrystalinos.

Accesorios: minerales opacos

Secundarios: iddingsita (alteración del olivino)

### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-32 (AW02-M130-13-2)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico amigdaloides vacuolar

### **Análisis petrológico**

#### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Hipocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

fino (1-0,1 mm): olivino (1,5 mm), plagioclasa (1mm)

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm): magnetita (0,04 mm), olivino (0,03),  
augita (0'04 mm)

criptocristalinas (< 0,02 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 20%

Pasta 75%

Vidrio 5%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico): magnetita

Hipidiomórfico (subédrico): olivino, plagioclasa bordes alterados e  
interpenetración de olivino en plagioclasa.

Alotriomórfico (xenomórfico): augita

Relaciones mutuas entre cristales

Texturas con cavidades irregulares rellenas total o parcialmente de calcita  
micrítica

Porosidad media

#### **Minerales**

Esenciales: plagioclasa, olivino

Accesorios: magnetita, augita

Secundarios: calcita

#### **Observaciones**

Vacuolas y espacios vacíos rellenos de calcita micrítica secundaria. Si conservan  
porosidad esta está tapizada por calcita microesparítica.

Referencia de la muestra: **PHL-33 (AW05-G143-22)**

Tipo de roca: Ígnea intrusiva

Clasificación: Gabro

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

medio (5-1 mm): olivino (1-2mm), plagioclasa (1,5-0,5mm)

fino (1-0,1 mm): augita (0,8mm)

Afanítica:

microcristalinas (< 0,1 mm): magnetita

Tamaño relativo de los cristales:

Equigranular

Proporción Cristales/Pasta

Cristales 100%

Pasta 0%

Vidrio 0%

Forma de los cristales

Idiomórfico (euédrico): plagioclasa, magnetita

Hipidiomórfico (subédrico): olivino con ambymment o con formas esqueléticas

Alotriomórfico (xenomórfico): augita

Relaciones mutuas entre cristales

Porosidad media. Poros de formas irregulares

### **Minerales**

Esenciales: plagioclasa, augita, olivino totalmente alterado a iddingsita

Accesorios: magnetita

Secundarios: calcita, iddingsita (alteración del olivino)

### **Observaciones**

Calcita rellenando poros

Referencia de la muestra: **PHL-34 (MP32 Deir Janine)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto vacuolar olivínico

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

    medio (5-1 mm): olivino (2mm)

    fino (1-0,1 mm): plagioclasa (0,8mm)

Afanítica:

    microcristalinas (< 0,1 mm): olivino, augita, magnetita

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

    Cristales 5%

    Pasta 95%

    Vidrio 0%

Forma de los cristales

    Idiomórfico (euédrico):

    Hipidiomórfico (subédrico): olivino, plagioclasa, magnetita

    Alotriomórfico (xenomórfico): augita

Relaciones mutuas entre cristales

    Textura esferulítica

    Zonación cristalina

    Texturas con cavidades

Porosidad media

### **Minerales**

Esenciales: olivino, plagioclasa, augita

Accesorios: magnetita

Secundarios: calcita secundaria (escasa), iddingsita (alteración del olivino)

### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL-35 (M27- AR03/733.5)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto vacuolar olivínico

## **Análisis petrológico**

### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

    medio (5-1 mm): olivino (3 mm)

    fino (1-0,1 mm): augita (0'4 mm), plagioclasa (0'8 mm), magnetita (0'2 mm)

Afanítica:

    microcristalinas (< 0,1 mm): plagioclasa

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

    Cristales 15%

    Pasta 85%

    Vidrio 0%

Forma de los cristales

    Idiomórfico (euédrico): olivino, magnetita

    Hipidiomórfico (subédrico): augita, plagioclasa

    Alotriomórfico (xenomórfico)

Relaciones mutuas entre cristales

    Texturas con cavidades vacuolas vacías

    Textura glomeroporfídica de los cristales de olivino

Porosidad muy alta

### **Minerales**

Esenciales: olivino alterado totalmente a iddingsita, augita, plagioclasa

Accesorios: Magnetita

Secundarios: iddingsita (alteración del olivino), calcita secundaria

### **Observaciones**

En algunas vacuolas hay algún borde recubierto de calcita micrítica



Referencia de la muestra: **PHL-36 (M37-AR02/511.6)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico vacuolar amigdaloides

### **Análisis petrológico**

#### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

    medio (5-1 mm): olivino (2,5 mm)

    fino (1-0,1 mm): plagioclasa (0,5 mm)

Afanítica:

    microcristalinas (< 0,1 mm): olivino (0'06 mm), augitas (máx. 0.1mm),

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

    Cristales 25%

    Pasta 75%

    Vidrio 0%

Forma de los cristales

    Idiomórfico (euédrico): olivino prismático, magnetita

    Hipidiomórfico (subédrico): olivino con golfos y alguno con aspecto esquelético, plagioclasa

    Alotriomórfico (xenomórfico): augita

Relaciones mutuas entre cristales

    Texturas con cavidades, vacuolas de hasta 2 mm

Porosidad baja

#### **Minerales**

Esenciales: olivino alterado a iddingsita, plagioclasa, augitas

Accesorios: magnetita

Secundarios: iddingsita (alteración del olivino)

#### **Observaciones**

Referencia de la muestra: **PHL37 (MP Exp-5)**

Tipo de roca: Ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto olivínico

### **Análisis petrológico**

#### **Texturas**

Grado de cristalización: proporción de vidrio y cristales  
Holocristalino

Granularidad: Medida de cristal

Fanerítica:

    medio (5-1 mm): olivino (1,2 mm), plagioclasa (1,3 mm)

    fino (1-0,1 mm): augita (0,8 mm)

Afanítica:

    microcristalinas (< 0,1 mm): magnetita (0'04 mm)

Tamaño relativo de los cristales:  
Inequigranular

Proporción Cristales/Pasta

    Cristales 20%

    Pasta 80%

    Vidrio 0%

Forma de los cristales

    Idiomórfico (euédrico): plagioclasa, magnetita

    Hipidiomórfico (subédrico): plagioclasa, olivino

    Alotriomórfico (xenomórfico): augita

Relaciones mutuas entre cristales

Porosidad muy baja

#### **Minerales**

Esenciales: olivino, plagioclasa, augita

Accesorios: magnetita

Secundarios: iddingsita (alteración del olivino)

#### **Observaciones**

#### **4.- DESCRIPCIÓN POR GRUPOS MINERALÓGICOS DE LAS MUESTRAS**

## GRUPO B1

Referencia de las muestras:

HL	PHL-1 (HL-4EF-2119)
HL	PHL-2 (HL-4H-2042)
HL	PHL-6 (HL-4D-2075)
JF	PHL-19 (JF98-E144)
JF	PHL-20 (JF62-98-E116)
AW	PHL-26 (AW04-st320-2)
AW	PHL-29 (AW04-A135-2)
GEO	PHL-15 (MP Wadi Furs Seguir)
GEO	PHL-23 (MP Hijjané2)
GEO	PHL-25 (MP Hijjané1)
GEO	PHL37 (MP Exp-5)

Tipo de roca: Ignea extrusiva.

Clasificación: Basalto olivínico .

### **Análisis petrológico**

Se trata de rocas afaníticas con estructura holocristalina (100% de cristales). Presentan fenocristales dispersos en una matriz.

La distribución del tamaño relativo de los cristales es inequigranular y presentan una textura porfídica.

La proporción entre cristales y matriz varia entre 5% y 95% y 40% y 60%. No se ha observado vidrio en este tipo de rocas.

Formadas por cristales faneríticos de olivino (polarizador de alto relieve y colores de interferencia vivos en nicoles cruzados) y plagioclasa (tabular) de grano medio (5-1 mm). En el caso del olivino, los cristales son idiomórficos y en muchas láminas se observan amplios golfos de corrosión o incluso se puede llegar a una textura esquelética con lo que se consideran hipidiomórficas, pudiendo llegar también a alotriomórficas. Las plagioclasas son idiomórficas aunque en determinados casos están fuertemente alterados sus bordes pasando a hipidiomórficas. Los piroxenos (augitas) en general son alotriomórficas y la smagnetitas idiomórficas.

La matriz afanítica holocristalina de grano fino (1-0,1 mm) consta prácticamente de las mismas fases que se encuentran como fenocristales aunque prácticamente sin olivino. Normalmente está constituida por cristales de plagioclasa tabular y de clinopiroxeno (augita) con colores de

interferencia que en algunos casos son casi azules. En algunas láminas se ha observado maclas de dos individuos y sectores (reloj de arena).

La porosidad de estas rocas es muy baja y presentan una buena cohesión.

## GRUPO B2

Referencia de las muestras:

HL	PHL-3 (HL-2A-201)
HL	PHL-4 (HL-47/1-2086)
HL	PHL-5 (HL-2H-2052)
HL	PHL-9 (HL-4H-2099)
HL	PHL-10 (HL-4H-2102)
HL	PHL-11 (HL-47/1-2085)
AW	PHL-28 (AW-T126-22)
AR	PHL-35 (M27- AR03/733.5)
AR	PHL-36 (M37-AR02/511.6)
AW	PHL-32 (AW02-M130-13-2)
GEO	PHL-22 (Exp. Ter)
GEO	PHL-13 (MP Qalat Hadid)
GEO	PHL-16 (MP Wadi Furs Seguir ]
GEO	PHL-17 (MP Sejour)
GEO	PHL-18 (MP Wadi Jada Seguira
GEO	PHL-24 (MP Hijjané3)
GEO	PHL-34 (MP32 Deir Janine)

Tipo de roca: Ignea extrusiva.

Clasificación: Basalto vacuolar/amigdaloido olivínico.

### Análisis petrológico

Se trata de rocas con estructura holocristalina porfídica es decir con fenocristales en una matriz afanítica, formadas por el 100% de cristales excepto en tres casos (PHL-17, PHL-32 y PHL-28) en que se trata de rocas hipocristalinas con una proporción de vidrio que en ningún caso supera el 30%.

La distribución del tamaño relativo de los cristales es inequigranular y presentan una textura porfídica.

La proporción entre cristales y matriz varía en las distintas láminas desde 30% a 70% hasta 5% a 95%.

Formadas por cristales faneríticos de olivino (polarizador de alto relieve y colores de interferencia vivos en nicoles cruzados) y plagioclasa (tabular e idiomórfica) de grano medio (5-1 mm). En el caso del olivino los cristales son idiomórficos y en muchas láminas se observan

amplios golfos de corrosión o incluso se puede llegar a una textura esquelética, en cuyo caso de han considerado hipidiomórficas o incluso alotriomórficas. Los olivinos excepto en dos láminas (22 y 32) están alterados a iddingsita. Las plagioclasas son idiomórficas con maclas polisintéticas, zonadas y de Carlsbag. En algunos casos están fuertemente alterados sus bordes pasando a hipidiomórficas.

La matriz afanítica holocristalina de grano fino (1-0,1 mm) consta prácticamente de las mismas fases que se encuentran como fenocristales aunque prácticamente sin olivino. Normalmente está constituida por plagioclasa tabular o acicular y cristales alotriomórficos de clinopiroxeno (augita) con colores de interferencia que en algunos casos son casi azules. En algunas láminas se ha observado maclas de dos individuos y sectores (reloj de arena).

Como minerales accesorios se encuentra magnetita (mineral opaco) con forma cristalina idiomórfica. Como minerales secundarios encontramos la iddingsita, como alteración del olivino, y la calcita como relleno o tapizado de vesículas. La calcita puede ser esparítica, microesparítica o micrítica.

Estas rocas presentan una textura con cavidades o vesículas que pueden estar totalmente rellenas de calcita, en cuyo caso la roca será un basalto amigdaloides.

Si las vacuolas se encuentran vacías se tratará de un basalto vacuolar.

En casos intermedios, las vacuolas pueden estar parcialmente rellenas o simplemente tapizadas por la calcita.

La porosidad es alta debido a las vacuolas.

## GRUPO B3

Referencia de la muestra:

AW	PHL-27 (AW04-ZZ133-1)
----	-----------------------

Tipo de roca: ígnea extrusiva

Clasificación: Basalto vesicular olivínico

### **Análisis petrológico**

Se trata de una roca con estructura hipocrystalina porfídica con fenocristales dispersos (20%) en un vidrio cuya proporción es del 80%.

La distribución del tamaño relativo de los cristales es inequigranular y presentan una textura porfídica.

La matriz afanítica hipocrystalina constituida por vidrio y unos pocos microcristales (0,03 mm) aciculares de plagioclasa

Los minerales esenciales faneríticos son de olivino (polarizador de alto relieve y colores de interferencia vivos en nícoles cruzados).

Como minerales accesorios se encuentran unos pocos cristales xenomórficos de clinopiroxeno (augita) y las plagioclasas aciculares.

Esta roca presenta una textura con cavidades o vesículas algunas de ellas tapizadas de calcita micrítica secundaria.

La porosidad es muy alta.



## GRUPO G1

Referencia de la muestras:

AW	PHL-30 (AW02-Q124-13)
AW	PHL-31 (AW04-A137-5)
AW	PHL-33 (AW05-G143-22)

Tipo de roca: Ignea intrusiva.

Clasificación: Gabro/Dolerita.

### Análisis petrológico

Rocas faneríticas con estructura holocristalinas (100% de cristales). Presentan fenocristales de grano medio. La distribución del tamaño relativo de los cristales es equigranular.

Están formadas por cristales faneríticos de olivino (polarizador de alto relieve y colores de interferencia vivos en nicols cruzados) de grano medio (5-1 mm), plagioclasa de tamaño también medio (1-2mm) y por clinopiroxeno (augita) de grano fino (1,5-0,5mm).

La plagioclasa se encuentra en una proporción del 30%, presenta cristales tabulares y es idiomórfica aunque en determinados casos sus bordes están fuertemente alterados pasando a hipidiomórfica. El olivino es hipidiomórfico con golfos de corrosión o incluso presenta cristales con formas esqueléticas. Los clinopiroxenos en una proporción del 30% son alotriomórficos o hipidiomórficos. Todos estos minerales son esenciales.

La magnetita es idiomórfica y con una proporción del 10%. El olivino en una proporción del 30% puede encontrarse total o parcialmente alterado a iddingsita (mineral secundario).

Esta roca puede presentar una porosidad media intercrystalina con poros irregulares y una porosidad intracrystalina baja que afecta a algunos cristales de olivino.

## **GRUPO C1**

Referencia de la muestra:

JF PHL-21 (JF31-98-E14)

Tipo de roca: Sedimentaria

Clasificación: Caliza tipo Packstone/mudstone

### **Análisis petrológico**

Se trata de una roca caliza que presenta laminación puesta de manifiesto por la alternancia de láminas de textura deposicional packstone (Dunham, 1962) y láminas con textura deposicional mudstone (Dunham, 1962).

Desde el punto de vista composicional, las láminas de mayor tamaño presentan granos intracuencales carbonáticos (IC) de dudosa determinación debido a su intenso grado de micritización. Parecen observarse peloides (0,750 mm max) y posiblemente fragmentos de bivalvos. Así mismo existe una fracción siliciclástica constituida por granos extracuencales (ENC+EC) que representa un 1% del total de la roca. Se trata de cuarzo monocristalino. Su tamaño puede llegar a 0,500mm aunque la mayoría son de 0,060mm. Son granos subredondeados.

El otro grupo de láminas están formadas por micrita y pseudoesparita.

La porosidad alcanza un 20% en las láminas de grano mayor. Se trata de una porosidad irregular cuyos bordes están tapizados por cemento de calcita esparítica en mosaico. En las láminas con micrita y pseudoesparita la porosidad es muy baja (1%).

La alternancia de materiales con distinta textura da a la roca una cohesión media.

## GRUPO C2

Referencia de las muestras:

HL	PHL-7 (HL-30AP-2055)
HL	PHL-8 (HL-30AP-2094)
GEO	PHL-12 (MP Jerf el Ahmar)

Tipo de roca: Sedimentaria

Clasificación: Caliza tipo packstone

Se trata de una roca caliza con textura deposicional packstone (Dunham, 1962).

Presenta granos intracuencales carbonáticos (IC): briozoos, foraminíferos, algas rojas coralinas, peloides, fragmentos de puas de equínidos.

También existe una fracción siliciclástica constituida por granos extracuencales (ENC+EC) que representa un 1% del total de la roca. Se trata de cuarzo monocristalino de tamaño arena gruesa (0,5 a 1mm). Son granos de subredondeados a angulares.

Se observa la micritización de las algas rojas y un cemento de calcita esparítica en mosaico rellenando una porosidad muy irregular. En algunos casos rellena toda una partícula disuelta.

En algunos casos existe una segunda generación de cemento de calcita micrítica alrededor del cemento de calcita esparítica.

También se puede observar cemento de calcita esparítica rellenando fracturas y alrededor de los granos de cuarzo.

Se observa a lo largo de la lámina un crecimiento calcítico en bandas micríticas y microesparíticas de origen secundario en una zona seguramente expuesta a condiciones externas. La porosidad aumenta desde la parte interna a la externa, dando a ésta una estructura irregular. En la banda más externa se hallan incluidos algunos pequeños granos de cuarzo de tamaño limo.

La porosidad es del 30 % aunque de forma muy irregular.

La cohesión de la roca es media.

## GRUPO C3

Referencia de la muestra:

GEO	PHL-14 (MP Montaña Halula)
-----	----------------------------

Tipo de roca: Sedimentaria

Clasificación: Caliza tipo wackestone dolomitizada

Se trata de una roca caliza con textura deposicional wackestone (Dunham, 1962). Presenta granos intracuencales carbonáticos (IC) globigerínidos (foraminíferos (con caparazón hialino) dispersos en una matriz micrítica con una proporción del 50%.

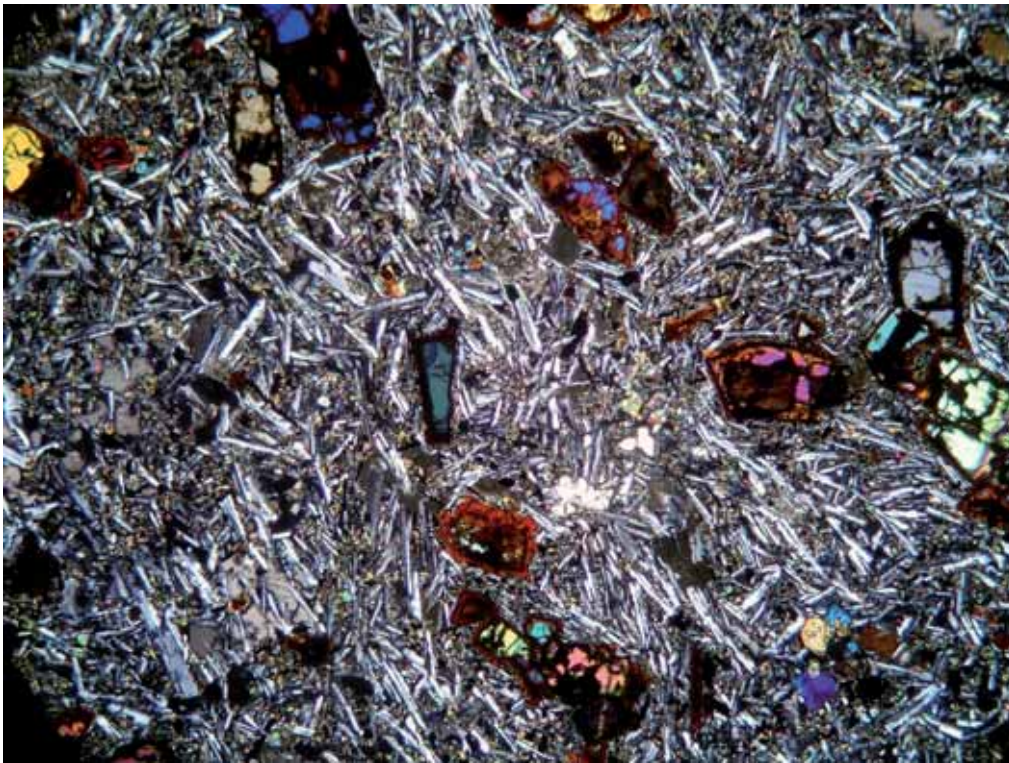
El cemento de calcita esparítica rellena una porosidad intrapartícula.

Ha habido un proceso diagenético de dolomitización ya que se observan cristales romboédricos de dolomita.

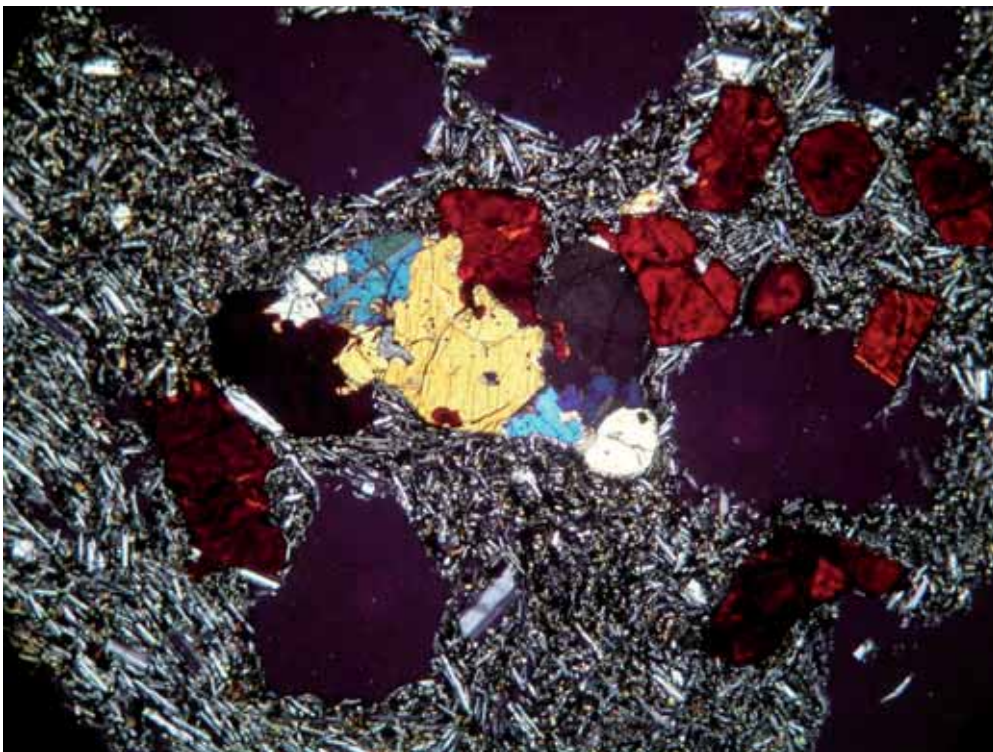
La porosidad es baja.

La cohesión de la roca es alta.

## 5.- FOTOS



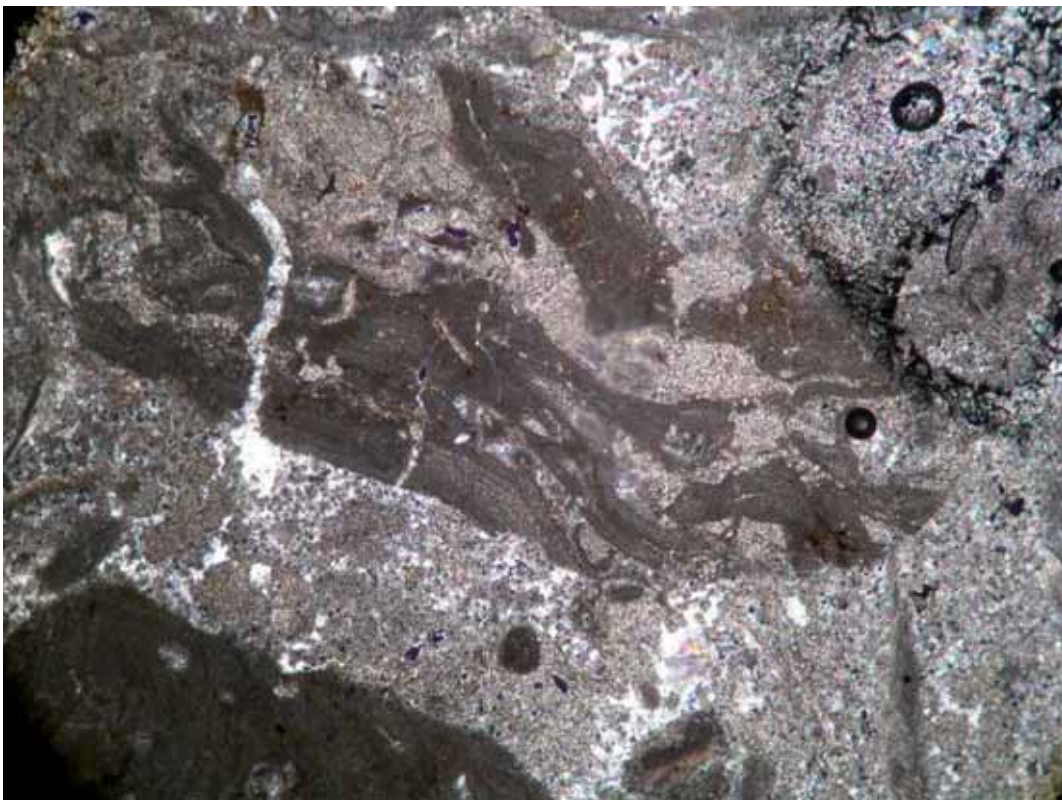
Grupo B1. Muestra PHL6. 20X, nícoles cruzados.



Grupo B2. Muestra PHL9. 20X, nícoles cruzados.



Grupo G1. Muestra PHL31. 20X, nícoles cruzados.



Grupo C2. Muestra PHL7. 20X, nícoles cruzados.

## 5.- BIBLIOGRAFÍA

- Dunham, R. J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W. E. (ed.), Classification of carbonate rocks: American Association of Petroleum Geologists Memoir, p. 108-121.
- Folk, R.L., 1959, Practical petrographic classification of limestones: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 43, p. 1-38.
- Folk, R.L., 1962, Spectral subdivision of limestone types, in Ham, W.E., ed., Classification of carbonate Rocks-A Symposium: American Association of Petroleum Geologists Memoir 1, p. 62-84.
- MacKenzie, W.S., Donaldson, C.H., Guilford, C., 1982. Atlas of Igneous Rocks and their Textures. Longman Group Ltd, Essex.
- Scholle, P. A. and Ulmer-Scholle, D. S., 2003, A Color Guide to the Petrography of carbonate Rocks: AAPG Memoir 77, 474 p

### Webs

<http://www.sepmstrata.org/page.aspx?&pageid=89&4>  
<http://www2.udec.cl/~caageologia/recursos.php>

**ANÁLISIS DE FITOLITOS EN MUESTRAS DE SEDIMENTO  
ADHERIDO A MOLINOS PROCEDENTES DE LOS YACIMIENTOS DE  
TELL ASWAD (SIRIA, NEOLÍTICO PRE-CERÁMICO B) Y TELL  
ARQA (LÍBANO, EDAD DE BRONCE)**

**Septiembre de 2011**

**Marta Portillo<sup>1</sup> y Rosa Maria Albert<sup>2</sup>**

1. Juan de la Cierva (MICINN)/ Grup d'Estudis Paleoecològics i Geoarqueològics, GEPEG, Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia, Universitat de Barcelona, carrer de Montalegre, 6-8, 08001 Barcelona. Tel. +34 93 403 75 21. [mportillo@ub.edu](mailto:mportillo@ub.edu)

2. Profesora de Investigación ICREA/ GEPEG, Universitat de Barcelona. Tel. +34 93 403 75 25. [rmalbert@ub.edu](mailto:rmalbert@ub.edu)



## **Introducción**

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos del estudio de fitolitos de muestras de sedimentos procedentes de dos yacimientos levantinos: el Neolítico Pre-Cerámico B de Tell Aswad (PPNB, Damasco, Siria) y el asentamiento de la Edad de Bronce de Tell Arqa (Valle del Akkar, Líbano). Los sedimentos analizados corresponden a las superficies activas de útiles de molienda de basalto vesicular recuperados en las intervenciones arqueológicas de 2002 y 2003. El muestreo fue realizado por Maria Bofill, del Seminari d'Arqueologia Prehistòrica del Pròxim Orient de la Universitat Autònoma de Barcelona (SAPPO-UAB).

El principal objetivo del estudio es la identificación de restos vegetales en los sedimentos adheridos en las superficies activas de este utillaje de molienda a través de análisis de fitolitos.

## **Metodología**

La extracción química de los fitolitos ha sido realizada en el Laboratorio del Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología de la Universidad de Barcelona. La metodología utilizada sigue la propuesta por Albert *et al.* (1999), y se resume brevemente a continuación.

Una muestra de sedimento de ~1 g es tratada con 10 ml de una solución de ácido clorhídrico (3N HCl) y ácido nítrico (3N HNO<sub>3</sub>) durante unos 30 minutos. Seguidamente se aclaran las muestras con agua desionizada y se centrifuga a 3000 rpm durante 5 minutos. Una vez eliminado el ácido, se añaden ~10 ml de Peróxido de Hidrogeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 30% y se seca a 70°C hasta que la reacción desaparece. Mediante estos procesos se pretende eliminar carbonatos y fosfatos, así como la materia orgánica, para dejar únicamente los componentes resistentes a los ácidos, entre los que se encuentran los fitolitos. De esta forma es posible comparar muestras que se encuentren en distinto estado de preservación, que provengan de diferentes zonas y de diversa composición mineralógica. La fracción resultante del ataque del ácido se denomina “fracción insoluble al ácido” (FIA). Sus componentes minerales son posteriormente separados por densidades para concentrar los fitolitos en las fracciones más ligeras. Para realizar este proceso se ha utilizado 3 ml de Polytungstato de Sodio [Na<sub>6</sub>(H<sub>2</sub>W<sub>12</sub>O<sub>40</sub>).H<sub>2</sub>O] a 2.4 g/ml de densidad.

Para examinar las muestras microscópicamente, se preparan láminas con ~1 mg de material. Se añaden 3 o 4 gotas de Entellan New de Merck y se mezcla de manera que la muestra queda homogéneamente dispersa. El área total de la muestra en la lámina se estima contando el número total de campos que contienen material. Los fitolitos son cuantificados en un número conocido de campos escogidos de forma aleatoria a 400 aumentos. Siempre que es posible, se contabiliza un mínimo de 200 fitolitos de morfología consistente. Se ha demostrado que el recuento aproximado de 200 fitolitos presenta un margen de error situado alrededor del 20% (Albert y Weiner, 2001). Las muestras han sido examinadas con un microscopio óptico Olympus BX-41 y las imágenes digitales capturadas con una cámara Color View Ilu de Olympus.

La adscripción morfológica de los fitolitos se basa tanto en colecciones de referencia propias (véase [http://www.gepeg.org/enter\\_PCORE.html](http://www.gepeg.org/enter_PCORE.html)) como en literatura especializada (Twiss *et al.*, 1969; Brown, 1984; Piperno, 1988 y 2006; Rosen, 1992; Mulholland y Rapp, 1992; Twiss, 1992). La terminología utilizada se fundamenta en el Código Internacional de Nomenclatura de Fitólitos (Madella *et al.*, 2005). Las descripciones parten de la identificación de las células en las que los fitolitos fueron formados y cuando esto no es posible, se adoptan criterios estrictamente geométricos. El estudio morfométrico sigue los métodos de Ball *et al.*, 1999 y Berlin *et al.*, 2003. Comprende un total de 17 parámetros medidos en un mínimo de un centenar de las denominadas células dendríticas, que son diagnósticas de las inflorescencias de plantas gramíneas. Los fitolitos dendríticos observados en las muestras arqueológicas, han sido comparados con los datos calibrados obtenidos en estudios de plantas modernas de la región Levantina procedentes de la colección de referencia del Institute of Archaeology-University College London (Portillo *et al.*, 2010; Portillo y Albert, 2011; Portillo y Albert, aceptado). Los datos han sido obtenidos con el programa Cell D\* de Olympus y tratados estadísticamente con SPSS para Windows.

## **Resultados**

En la Tabla 1 se presentan los principales resultados obtenidos en el estudio, expresados por el porcentaje de fracción insoluble al ataque del ácido (% FIA), el número total de fitolitos estimados por gramo de FIA, el número de fitolitos

identificados morfológicamente y el porcentaje de fitolitos alterados por la disolución química, acompañados por la descripción y procedencia de las muestras.

Los resultados del estudio mineralógico, indican una proporción de material insoluble al ataque del ácido (FIA) que se encuentra entre el 42 y el 52%, aproximadamente (Tabla 1). Se observa que los porcentajes obtenidos en las dos muestras procedentes de Tell Aswad (M-1 y M-3) superan ligeramente al de Tell Arqa (M-4), por lo que estos sedimentos contienen una mayor proporción de elementos silíceos, entre los cuales se encuentran también los fitolitos.

En el estudio cuantitativo de los fitolitos se aprecian diferencias significativas entre las muestras. Los sedimentos de Tell Aswad (muestras M-1 y M-3) presentan concentraciones que se sitúan entre 1.6 y 2.2 millones de fitolitos por gramo de FIA, respectivamente (Tabla 1). En cambio, la muestra de Tell Arqa ha librado unas cantidades significativamente reducidas (M-4, 130.000 fitolitos /g de FIA). En general, los fitolitos se encuentran en buen estado de conservación con un bajo índice de disolución química en sus superficies (entre 6-9% en las muestras M-1 y M-3, aproximadamente). Cabe mencionar que el porcentaje de fitolitos alterados en la muestra de Tell Arqa es relativamente superior (M-4, 19%).

Los resultados del estudio morfológico pueden observarse en la Figura 1. Los fitolitos identificados han sido divididos según sus características morfológicas y dependiendo del tipo o parte de la planta en la que fueron formados en los siguientes grupos: plantas gramíneas, hojas de dicotiledóneas y tronco/ corteza de plantas dicotiledóneas. Los resultados obtenidos en el estudio revelan un predominio de fitolitos derivados de la familia de las gramíneas. La proporción de fitolitos de gramíneas en las muestras de Tell Aswad es superior al 80% del total de fitolitos cuantificados (M-1 y M-3, Fig. 1); en la de Tell Arqa su presencia es relativamente menor, aunque también predominante (M-4, 67%, aproximadamente).

Los fitolitos procedentes del grupo de las gramíneas han sido divididos dependiendo si estos fueron formados en la inflorescencia, parte de estas plantas donde se encuentran las semillas, o en las hojas y el tallo de las mismas (Fig. 2). Destaca la elevada proporción de fitolitos correspondientes a las inflorescencias, especialmente en una de las muestras de Tell Aswad (M-3, 61% del total de fitolitos de gramíneas, aproximadamente). La mayor parte de las morfologías identificadas pertenecen a gramíneas de tipo C<sub>3</sub> (Twiss, 1992), que se adscriben a la subfamilia *pooideae* (Fig. 3a)

y a la que pertenecen cereales mayores como el trigo y la cebada. Cabe mencionar la presencia de las denominadas células cortas de tipo “torre” en las dos muestras de Tell Aswad (Fig. 3b). Estas células se producen especialmente en el género de las cebadas (*Hordeum L.*) (Observación personal). Se han observado también, aunque en cantidades poco significativas, otros tipos de células cortas características de las subfamilia *chloridoideae* de tipo C<sub>4</sub> y bilobuladas *panicoideae* (Fig. 3c). Las inflorescencias se encuentran representadas morfológicamente por la mayoritaria presencia de las denominadas células largas de margen equinado (Fig. 3d); otros morfotipos diagnósticos identificados son las células largas dendríticas (Fig. 3e) y los apéndices epidérmicos unicelulares denominados *papillae*. Dentro de los fitolitos formados en otras partes de estas plantas, se encuentran morfologías características de las hojas como los tricomas (Fig. 3f) y las células buliformes (Fig. 3g). Por último, cabe mencionar también la presencia de estructuras multicelulares (esqueletos de silíceo) de gramíneas en las muestras de de Tell Aswad (Fig. 3h), aunque no en número abundante. Las estructuras observadas están formadas principalmente por células dendríticas en conexión anatómica que pueden presentarse asociadas a papilas o a células cortas de tipo *pooideae*. No se han observado fitolitos multicelulares en la muestra de Tell Arqa.

Los resultados del estudio morfométrico realizado con las muestras de Tell Aswad, caracterizadas por un relativa abundancia de morfologías dendríticas (Fig. 3e) indican que ambas muestras son prácticamente idénticas (Tabla 2 y Fig. 4), además de presentar similitudes con células dendriformes de *Triticum* moderno.

### **Interpretación**

El estudio realizado revela la presencia de concentraciones de restos vegetales en los sedimentos adheridos a las superficies activas del instrumental de molienda muestreado. Como se ha comentado, destaca la especial riqueza de fitolitos observada en las piezas procedentes de la ocupación PPNB de Tell Aswad (M-1 y M-3). Estas muestras corresponden, respectivamente, a las superficies laborales de una muela pasiva y una pieza activa o moleta, ambas fabricadas en basalto vesicular. En este caso, la pieza activa ha proporcionado las mayores abundancias de estos microrrestos (más de 2 millones de fitolitos por gramo de FIA, Tabla 1). Por otra parte, las cantidades obtenidas en la pieza activa de Tell Arqa se revelan significativamente inferiores y se encuentran asociadas a un mayor índice de disolución de los fitolitos.

Si bien se observan diferencias en los resultados cuantitativos, una característica común observada en todas las muestras estudiadas es el claro dominio de plantas gramíneas y de la subfamilia *pooideae* en particular. Cabe destacar en el caso de Tell Aswad, que este componente vegetal es ciertamente similar entre las dos muestras, y en el que además se observa una significativa presencia de las partes de las inflorescencias de estas mismas plantas, sobretodo en el sedimento adherido a la parte activa de la moleta.

Como se ha señalado, prácticamente no se han observado estructuras multicelulares en ninguna de las muestras estudiadas que permitan obtener una correcta identificación taxonómica. Los fitolitos multicelulares se producen en abundancia cuando existe una importante silicificación de la planta y su estudio permite realizar caracterizaciones de género y a nivel de especie (Rosen, 1992, 2005). La escasa preservación de estructuras multicelulares puede ser relacionada en parte a la degradación mecánica sufrida por los fitolitos durante la acción de molienda (Albert y Henry, 2004; Albert y Portillo, 2005; Portillo, 2006). Los espacios intercelulares pueden encontrarse probablemente menos silicificados que las células mismas que configuran la estructura, de manera que fácilmente podrían desmembrarse (Albert y Portillo, 2005). Dada la imposibilidad de realizar caracterizaciones taxonómicas a través de estructuras multicelulares, el estudio morfométrico se ha centrado en las células dendríticas, que son características de las inflorescencias de la familia de las gramíneas y que se han observado en relativa abundancia en las muestras. Los resultados obtenidos en el estudio morfométrico, indican evidentes similitudes entre morfologías dendríticas obtenidas en los sedimentos adheridos a las superficies activas de las piezas de Tell Aswad y células obtenidas en trigo moderno (*Triticum dicoccum*). Estos resultados sugieren que este tipo de cereal, que es uno de los cereales mayores en esta región en el periodo de estudio (Zohary y Hopf, 2001) podría haber sido procesado en el material de molienda analizado en el marco de este trabajo. Estudios morfométricos de fitolitos realizados en el asentamiento levantino PPNB de Ain Abū Nukhayla, en Wadi Rum (Jordania) han revelado el procesado de trigo, probablemente esta misma especie, y no cebada como se había especulado en un primer momento dada su tolerancia a condiciones áridas (Portillo *et al.*, 2009; Portillo y Albert, aceptado).

Finalmente, debemos recordar que los resultados presentados en este trabajo deben ser tomados con la máxima precaución, debido a que se fundamenta

exclusivamente en el análisis de sedimentos muestreados en las superficies laborales de las piezas. Para obtener una mayor fiabilidad en la interpretación de los resultados, es indispensable el estudio comparativo de sedimentos recuperados junto a los materiales objeto de estudio, y que se demuestran esenciales tanto en estudios de fitolitos como de otros tipos de microrestos bioarqueológicos. De la misma manera, el estudio de sedimentos asociados a este tipo de utillaje en suelos puede revelar informaciones sobre la distribución espacial de las actividades de procesado de alimentos en los yacimientos, como se ha demostrado en estudios realizados en yacimientos de cronología y geografía diversa (Pearsall *et al.*, 2004; Portillo *et al.*, 2009; Portillo y Albert, aceptado).

## **Conclusiones**

Los sedimentos analizados se caracterizan por una cierta homogeneidad a nivel de composición vegetal, dominada por una abundante presencia de plantas poáceas. El estudio morfométrico realizado sobre los sedimentos muestreados en las partes activas de las piezas de Tell Aswad (PPNB), sugiere que el cereal procesado podría corresponder a *Triticum dicocum*, cereal de gran significancia durante este periodo en la región Levantina.

Sin embargo, debemos ser prudentes en la interpretación de los resultados obtenidos en el marco de este trabajo, ya que no se han estudiado sedimentos de control asociados a las piezas en su contexto arqueológico, y que se demuestran esenciales en este tipo de estudios.

## **Referencias**

Albert, R.M., Henry, D. 2004. Herding and agricultural activities in Ain Abu Nukhayla (Wadi Rum, Jordan). The results of phytoliths and spherulite analyses, *Páleurient*, 30 (2), 81-92.

Albert R.M., Portillo, M., 2005. Plant uses in different Bronze and Iron Age settlements from the Nuoro Province (Sardinia). The results of phytolith analyses from several ceramic fragments and grinding stones, *Anejos de Complutum*, 10, 109-119.

Albert, R.M., Weiner, S., 2001. Study of phytoliths in prehistoric ash layers using a quantitative approach. *Phytoliths, Applications in Earth Sciences and Human History*. J. D. M. F. Coline, A.A. Balkema Publishers, 251-266.

Albert, R.M., Tsatskin, A., Ronen, A., Lavi, O., Estroff, L., Lev-Yadun, S., Weiner, S., 1999. Mode of occupation of Tabun Cave, Mt. Carmel, Israel during the Mousterian Period: A study of the sediments and phytoliths. *Journal of Archaeological Science* 26 (10), 1249-1260.

Albert, R., Esteve, X., Portillo, M., Rodríguez-Cintas, A., Cabanes, D., Esteban, I., Hernández, F. (13 Septiembre 2011). *Phytolith Core, Phytolith Reference Collection*. 4 de Octubre de 2011, de [http://www.gepeg.org/enter\\_PCORE.html](http://www.gepeg.org/enter_PCORE.html)

Ball, T.B., Gardner, Anderson, N., 1999. Identifying inflorescence phytoliths from selected species of wheat (*Triticum monococcum*, *T. dicoccon*, *T. dicoccoides*, and *T. aestivum*) and barley (*Hordeum vulgare* and *H. spontaneum*), *American Journal of Botany*. 86 (11), 1615-1623.

Berlin, A.M., Ball, T.B., Thompson, R., Kittleson, D., Herbert, S.C., 2003. Ptolemaic agriculture, "Syrian wheat", and *Triticum aestivum*, *Journal of Archaeological Science*, 30, 115-121.

Brown, D.A., 1984. Prospects and limits of a phytolith key for grasses in the central United States. *Journal of Archaeological Science* 11, 345-368.

Madella, M., Alexandre, A., Ball, T.B., 2005. International Code for phytolith Nomenclature 1.0, *Annals of Botany* 96, 253-260.

Mulholland, S.C., Rapp Jr. G., 1992. A morphological clasification of grass silica-bodies. In: Rapp Jr. G., Mulholland, S.C. (Eds.), *Phytolith Systematics, Emerging Issues, Advances in Archaeological and Museum Science*. Plenum Press, New York, pp. 65-89.

Pearsall, D.M., Chandler-Ezell, K., Zeidler, J.A., 2004. Maize in Ancient Ecuador: results of residue analysis of stone Tools from the Real Alto site. *Journal of Archaeological Science* 31, 423-442.

Piperno, D.R., 2006. *Phytoliths: A comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. AltaMira Press, Lanham.

Portillo, M., 2006. La mòlta i triturat d'aliments vegetals durant la Protohistòria a Catalunya Oriental. *Servidor de Tesis Doctorales en la Red (TDX)*, TDX-0811106-121331.

Portillo, M., Albert R.M., 2011, Husbandry practices and livestock dung at the Numidian site of Althiburos (el Médéina, Kef Governorate, northern Tunisia): the phytolith and spherulite evidence. *Journal of Archaeological Science* (in press), doi: 10.1016/j.jas.2011.06.027.

Portillo, M., Albert R.M., aceptado, Early crop cultivation and caprine herding: The phytolith and faecal spherulite evidence. In: Henry, D.O (Ed.), *The Sands of Time: The Desert Neolithic Settlement at Ayn Abū Nukhayla*.

Portillo, M., Albert R.M., D.O. Henry, 2009, Domestic activities and spatial distribution in Ain Abu Nukhayla (Wadi Rum, Southern Jordan): The use of phytoliths and spherulites studies, *Quaternary International*, 193, 174-183.

Portillo, M., Rosen, A.M., Weinstein-Evron, M., 2010. Plant uses at el-Wad terrace (Mount Carmel, Israel): The phytolith evidence. *Eurasian Prehistory* 7 (1), 99-112.

Rosen, A.M., 1992. Preliminary identification of silica skeletons from Near Eastern archaeological sites: an anatomical approach. In: G.,Rapp, Jr., S.C. Mulholland (Eds.), *Phytolith Systematics: Emerging Issues*, *Advances in Archaeological and Museum Science*, Plenum Press, New York: 129-148.



Rosen, A.M., 2005. Phytolith indicators of plant and land use at Çatalhöyük. In: Hodder, I. (Ed.), *Inhabiting Çatalhöyük: reports from the 1995-99 seasons*. McDonald Institute for Archaeological Research and British Institute of Archaeology at Ankara, Cambridge, pp. 203-212.

Twiss, P.C., 1992. Predicted world distribution of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> grass phytoliths. In: G.Rapp, Jr., S.C. Mulholland (Eds.), *Phytolith Systematics: Emerging Issues, Advances in Archaeological and Museum Science*. Plenum Press, New York: 113-128.

Twiss, P.C., Suess, E., Smith, R.M., 1969. Morphological classification of grass phytoliths. *Soil Science Society of America Proceedings* 33, 109-115.

Zohary, D., Hopf, M. 2001. *Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley*. Oxford University Press, Oxford.

### **Relación de tablas y figuras**

Tabla 1. Tell Aswad (Damasco, Siria) y Tell Arqa (Valle del Akkar, Líbano). Descripción y localización de las muestras analizadas y principales resultados obtenidos en el estudio de fitolitos.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos (en microns-  $\mu\text{m}$  o  $\mu\text{m}^2$ ) de células dendríticas observadas en las muestras de Tell Aswad y plantas modernas de la colección de referencia del Institute of Archaeology- University College London (descripciones morfométricas en Portillo y Albert, 2011; Portillo y Albert, aceptado).

Fig. 1: Resultados del análisis morfológico de los fitolitos identificados en las muestras.

Fig. 2: Resultados del análisis morfológico de fitolitos de gramíneas.

Fig. 3: Microfotografías de fitolitos y otros microrestos identificados en las muestras de Tell Aswad, Siria (400 x). a) célula corta de tipo C<sub>3</sub>, b) célula corta de tipo torre, c)

célula corta de tipo C<sub>4</sub>, d) célula larga equinada, e) célula larga dendrítica, f) tricoma, g) célula buliforme, h) estructura multicelular.

Núm. muestra	Procedencia	% FIA	Núm. fitolitos 1 g de FIA	Núm. fitolitos identificados	% fitolitos alterados	Descripción
M-1	Tell Aswad AW02-M138-13-2	51.6	1.600.000	499	9.4	Sedimento adherido a la superficie activa de molino de basalto
M-3	Tell Aswad AW03-H135-6	45.7	2.200.000	489	5.9	Sedimento adherido a la superficie activa de moleta de basalto
M-4	Tell Arqa AR02/545.15	42.5	130.000	100	19	Sedimento adherido a la superficie activa de molino de basalto

Tabla 1. Tell Aswad (Damasco, Siria) y Tell Arqa (Valle del Akkar, Líbano). Descripción y localización de las muestras analizadas y principales resultados obtenidos en el estudio de fitolitos.

Morfometrías	M-1 AW02-M138		M-3 AW03-M135		<i>Triticum dicoccum</i>		<i>Hordeum vulgare</i>	
	Media	Desv. típ.	Media	Desv. típ.	Media	Desv. típ.	Media	Desv. típ.
Área	519.05	275.45	674.14	457.82	358.73	178.48	169.47	85.52
Área convexa	982.76	522.50	1191.17	660.50	745.75	338.05	352.90	201.72
Perímetro	234.14	82.33	272.23	100.37	205.63	72.96	144.49	65.44
Perímetro convexo	131.94	38.78	150.32	43.63	122.54	37.62	85.32	34.22
Diámetro interior máx.	46.53	16.53	55.29	17.89	43.90	16.20	30.36	14.44
Diámetro interior min.	8.65	2.88	9.39	4.58	6.19	2.29	3.63	1.16
Diámetro exterior máx.	48.55	16.79	57.12	18.11	46.96	16.70	33.38	15.71
Diámetro exterior min.	8.76	2.88	9.63	4.70	6.29	2.34	3.82	1.33
Diámetro máx.	50.29	16.81	59.15	18.56	48.25	16.64	34.29	15.77
Diámetro min	25.62	6.93	25.89	7.84	20.48	5.46	13.77	3.93
Diámetro equivalente	24.87	6.60	27.94	8.93	20.76	5.11	14.23	3.66
Radio máx.	25.15	8.40	29.57	9.28	24.13	8.32	17.14	7.89
Shape factor	0.12	0.03	0.11	0.04	0.12	0.06	0.12	0.05
Esfericidad	0.16	0.14	0.09	0.07	0.10	0.08	0.10	0.09
Convexidad	0.53	0.07	0.55	0.08	0.49	0.09	0.50	0.08
Aspect ratio	2.14	0.62	2.56	0.67	2.67	0.96	2.88	1.38
Elongación	3.10	1.14	3.84	1.19	4.16	1.85	4.53	2.60

Tabla 2. Estadísticos descriptivos (en microns-  $\mu\text{m}$  o  $\mu\text{m}^2$ ) de células dendríticas observadas en las muestras de Tell Aswad y plantas modernas de la colección de referencia del Institute of Archaeology- University College London (morfometrías descritas en Portillo y Albert, 2011; Portillo y Albert, aceptado).

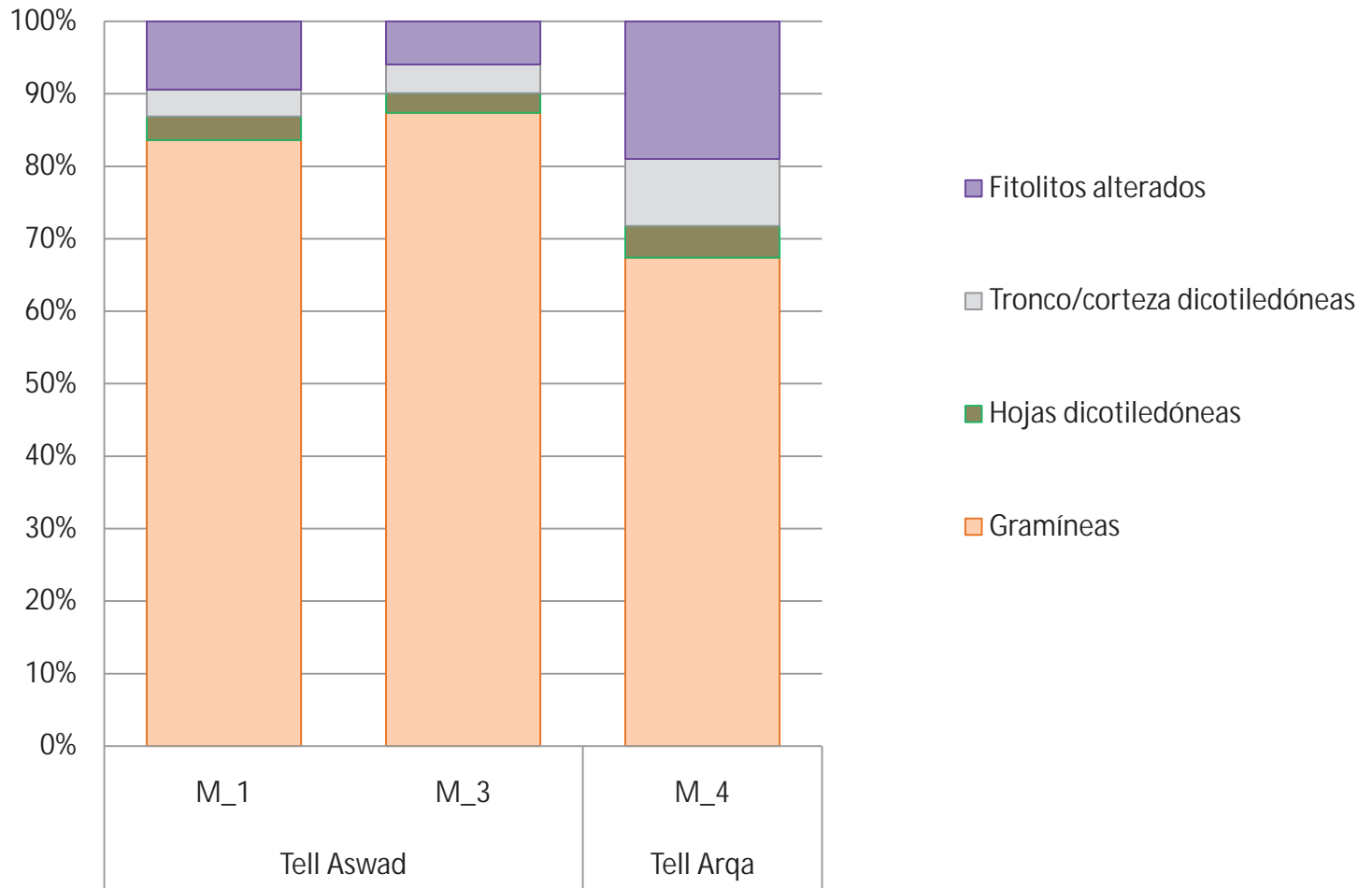


Fig. 1: Resultados del análisis morfológico de los fitolitos identificados en las muestras.

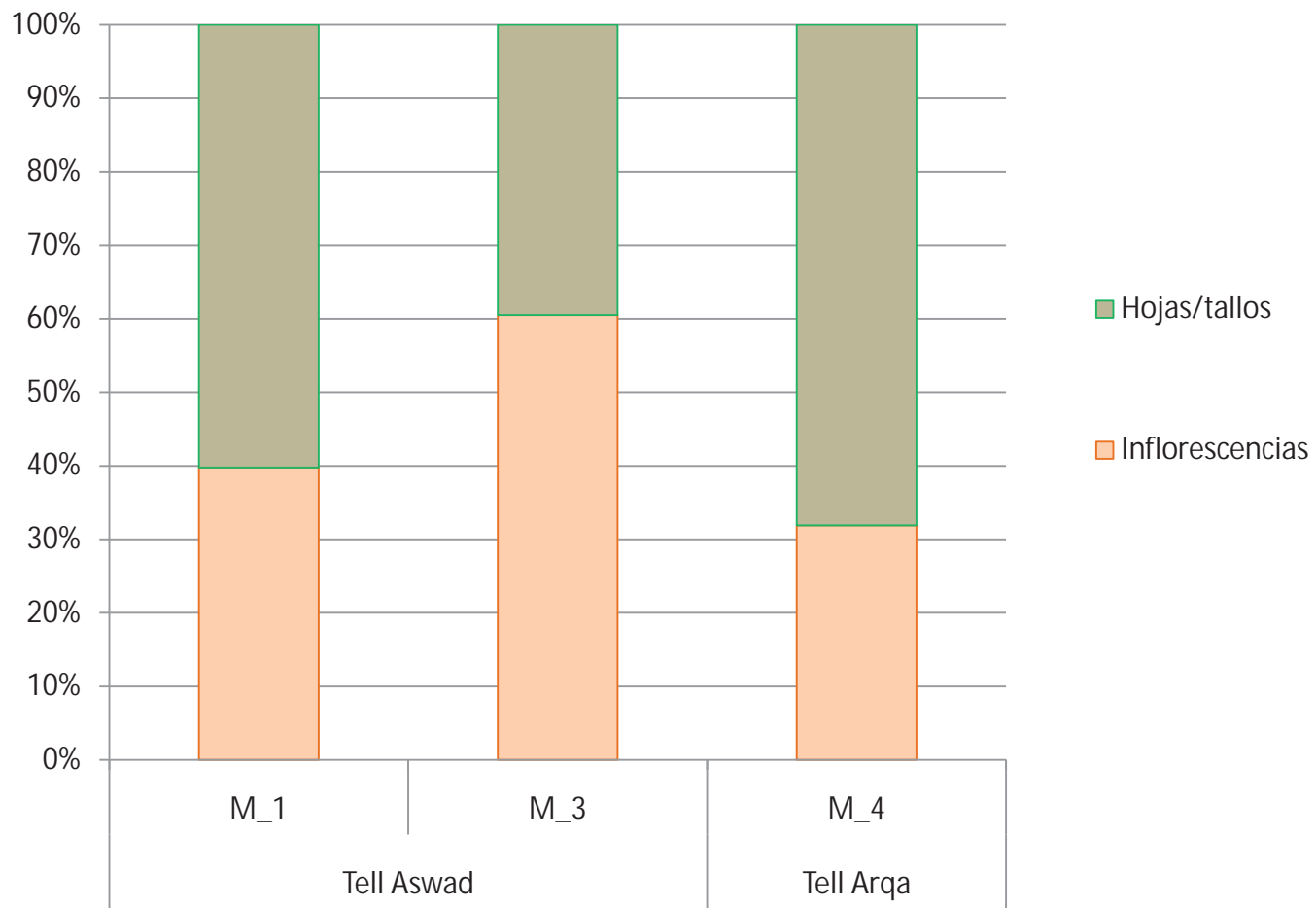


Fig. 2: Resultados del análisis morfológico de fitolitos de gramíneas.

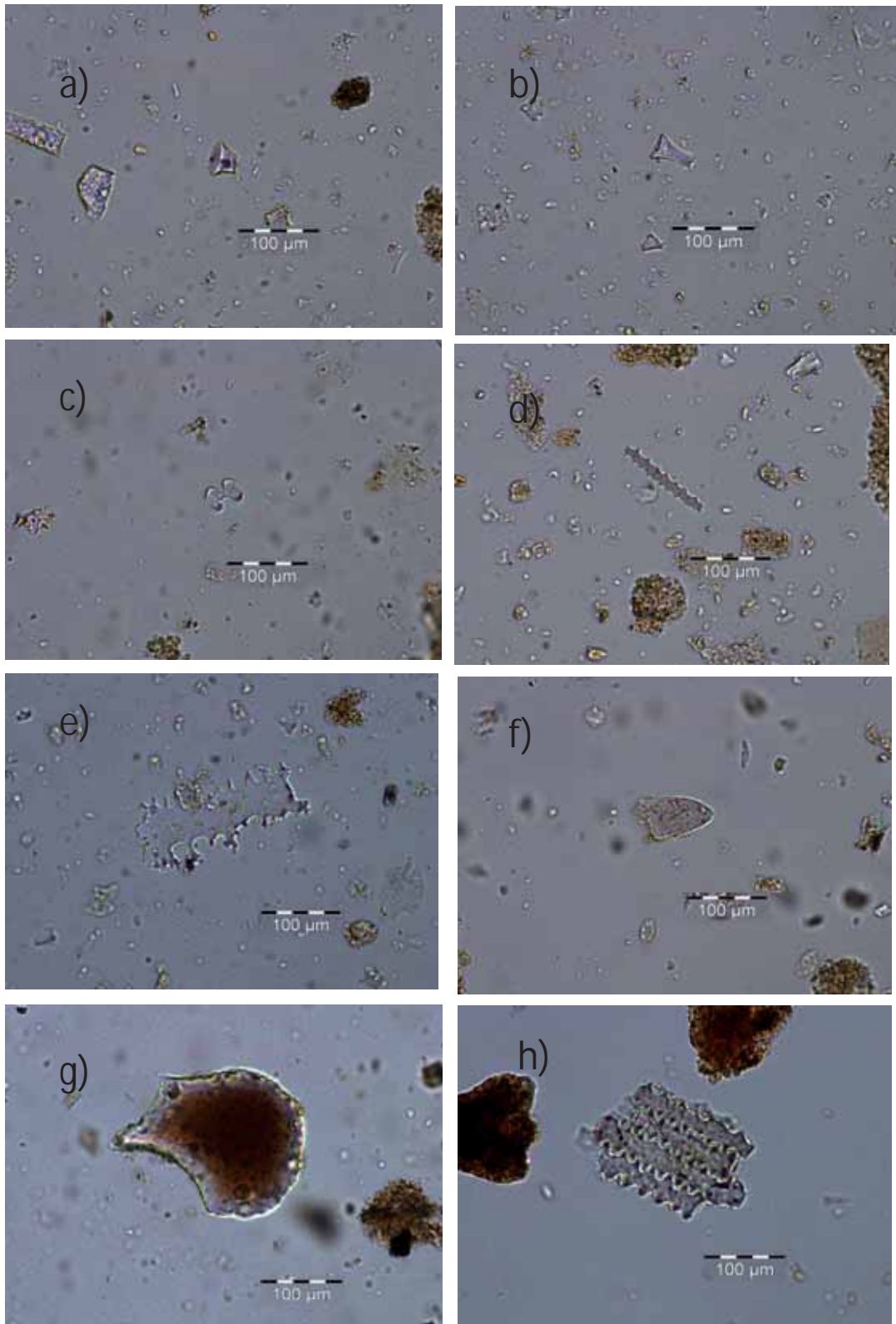


Fig. 3: Microfotografías de fitolitos identificados en las muestras de Tell Aswad, Siria (400 x). a) célula corta de tipo  $C_3$ , b) célula corta de tipo torre, c) célula corta de tipo  $C_4$ , d) célula larga equinada, e) célula larga dendrítica, f) tricoma, g) célula buliforme, h) estructura multicelular.

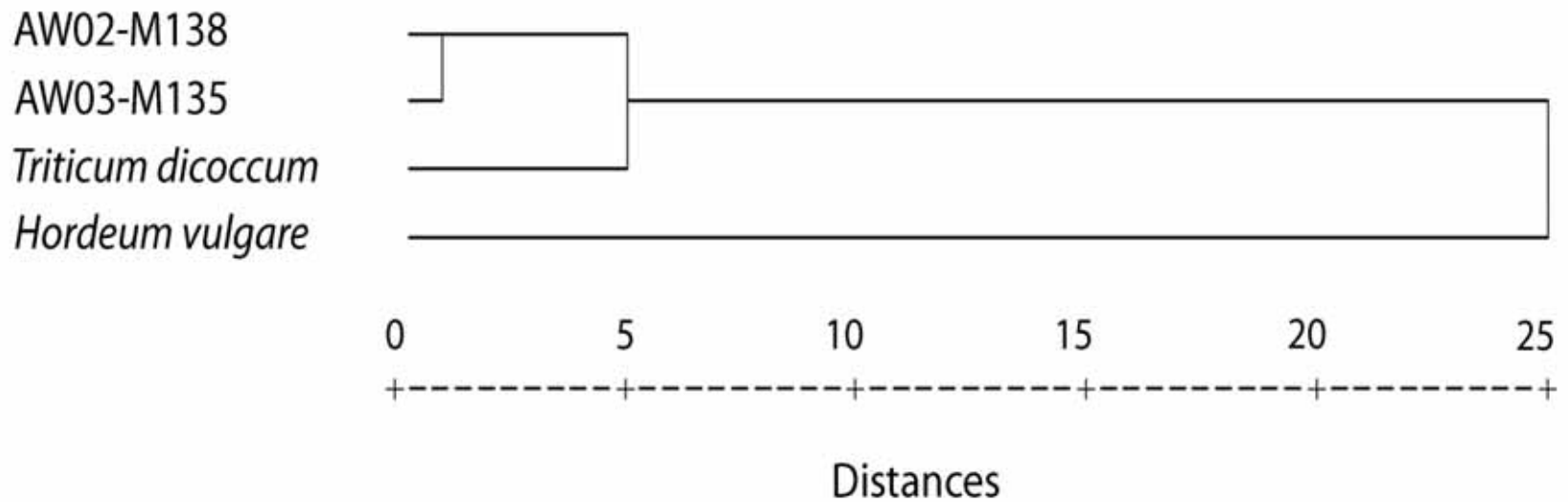


Fig. 4: Comparación de morfometrías de fitolitos entre muestras arqueológicas de Tell Aswad y plantas modernas usando el método de vinculación inter-grupos del índice de correlación de Pearson.



