

COMPOSICIÓN MINERALÓGICA Y EVALUACIÓN DE LAS TEMPERATURAS DE COCCIÓN DE LA CERÁMICA DE CAMPOS (CUEVAS DEL ALMANZORA, ALMERÍA). ESTUDIO PRELIMINAR

D. MARTIN SOCAS *, M.* D. CAMALICH MASSIEU *.
M.' L. TEJEDOR SALGUERO **, A. RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ ** y
P. GONZÁLEZ QUINTERO *

El poblado de Campos se encuentra situado en el borde sudoeste de un espigón amesetado que se orienta en dirección sur y flanquea por su vertiente occidental la vega del mismo nombre y el río Almanzora, a unos 1.500 m. al nordeste de Cuevas del Almanzora (Almería). Sus coordenadas geográficas son: 37° 18' 03" lat. norte y 01° 49' 15" long. oeste. Su altura es de 110 m. sobre el nivel del mar.

Hasta el momento se han realizado cuatro campañas de excavación, las únicas después de su descubrimiento y trabajos allí efectuados por E. y L. Siret a fines del siglo pasado (1). No obstante, si atendemos a las circunstancias de la historia del poblado a lo largo de esta investigación, hemos de considerar las realizadas en 1985 y 1986 como derivadas de una nueva etapa de su estudio, conflictiva, pero no menos interesante, pues demuestra que un yacimiento, y con especial incidencia en los de habitación, a pesar de tener zonas destruidas, puede aportar una valiosa información.

Las dos primeras campañas se efectuaron en los años 1976 y 1977, donde se consiguieron unos resultados interesantes, a pesar de sus claras diferencias con la documentación de E. y L. Siret, pues permitían apuntar nuevas perspectivas para algunos de los problemas planteados en el poblado (2). Sin embargo, el estudio se vio truncado bruscamente en un

* Departamento de Prehistoria, Antropología y Paleoambiente. Universidad de La Laguna.

** Departamento de Edafología y Geología. Universidad de La Laguna.

(1) SIRET, E. y L.: *Las primeras edades del Metal en el Sureste de España*. Barcelona, 1890. pp. 69-80. láms. 9-11.

(2) MARTIN SOCAS, D. y CAMALICH MASSIEU, M.' D.: "Las excavaciones en el poblado de Campos (Cuevas del Almanzora, Almería) y su problemática". *Homenaje a L. Siret* (Cuevas del Almanzora, 1984) (en prensa).

momento decisivo, al ser allanado el cerro con una excavadora mecánica, en unas circunstancias bastante confusas y nunca aclaradas. Como resultado de este hecho nos encontramos ante la pérdida de una parte fundamental de la información y en especial de la referida al área de las construcciones identificadas hasta ese momento.

En consecuencia, nos enfrentábamos ante uno de los poblados clásicos de la bibliografía sobre fines del Neolítico e inicios de la metalurgia en la zona, que tenía unas características poco comunes y donde la documentación presentada por E. y L. Siret resulta, si es analizada en conjunto y comparándola con los resultados obtenidos en las campañas de 1976 y 1977, compleja y plantea muchos problemas para su interpretación. Esta sería la explicación de los diferentes encuadres cronológico y culturales donde se ha situado tradicionalmente este poblado y que oscila desde un Neolítico Medio hasta la época argárica e. incluso con posibles indicios de Bronce Final (3). Igualmente, justificaría la concepción general de relacionar su construcción con un yacimiento tan distinto y distante como Lébous (4).

Estaba claro pues, que la documentación de este yacimiento, a pesar de su evidente interés era tan conflictiva y problemática, por fragmentaria, que en la práctica era poco útil para intentar comprender de una forma aproximada el papel desarrollado por este poblado. Como la acción destructiva de la excavadora mecánica tuvo lugar, exclusivamente, en el área occidental del yacimiento, decidimos emprender de nuevo su investigación con el propósito inicial de evaluar la intensidad de la destrucción y de estudiar las zonas conservadas, las cuales coincidían con los sectores no explorados por sus descubridores.

En esa área, a pesar de la acción devastadora de la excavadora mecánica, se pudo detectar un pequeño alineamiento de piedras de base de muro situado sobre un nivel de cenizas, indicativas de un incendio, que parece corresponderse con parte del bastión oval irregular localizado en el ángulo septentrional de la construcción presentada por E. y L. Siret. Igualmente, se ha podido identificar restos de un lienzo de muro muy destruido, donde sólo se conserva una hilada de base, pero que tiene la extraordinaria importancia de ser totalmente inédito. En él se comprueban algunas de las afirmaciones que hacen E. y L. Siret de la existencia de a) una pequeña zanja donde se alojaban los cimientos, y b) el desarrollo de una

(3) BOSCH GIMPERA. P : *La Arqueología Prerromana Hispánica*, apéndice a la traducción castellana en A Schulten. *Hispania*. Barcelona. 1920. p. 160. BOSCH GIMPERA. P.: *El poblamiento antiguo y la formación de los pueblos de España* México. 1945. p. 72. BOSCH GIMPERA. P.: "Para la revisión del sistema de la prehistoria peninsular". *Cuadernos de Historia de España* XLVII-XLVIII. Buenos Aires. 1968. p. 15. PERICOT. L: *La Prehistoria de la Península ibérica*. Barcelona. 1923. p. 34. PERICOT. L: "Épocas Primitiva y Romana". *Historia de España Gallach I*. Barcelona. 1942. p. 152. GOSSE. J.: "Las minas y el arte minero de España en la antigüedad". *Ampurias* IV. 1942. p. 45. CASTILLO YURRITA. A. del: "El Neo-Eneolítico", en R Menéndez Pidal (Dir.): *Historia de España* I. Madrid. 1954. p. 571. BLANCE. B.: "Sobre o uso de torreócs ñas muralhas de recintos fortificados do 3º milenio a. C". *Rer Guimarás* XL VII. 1957. p. 170. BLANCE. B.: *Die Anfänge der Metallurgie auf der Iberischen Halbinsel* S.J.A.M. 4. 1971. p. 82. ARRIBAS. A.: "El urbanismo peninsular del Bronce Primitivo". *Zephyrus* X. 1959. pp. 100-101. SAVORY. H. N.: *Spain and Portugal*. Londres. 1968. p. 82. ALMAGRO GORBEA. M.* J.: *Los ídolos del Bronce I hispano*. Bibl. Praeh. Hisp. XII. 1973. pp. 31-32. SCHUBART. H.: "Acerca de la cerámica del Bronce Tardío en el Sur y Oeste peninsular". *Trab. Preh.* 28. 1971. p. 178. AGUAYO DE HOYOS. P.: "Construcciones defensivas de la Edad del Cobre peninsular. El Cerro de Los Castellones (Laborcillas. Granada)". *Cuad. Preh. Gr* 2. 1977. pp. 90-91.

(4) ARNAL. J.. MARTÍN-GRANEL. H y SANGMEISTER. E : "Lébous. cinc Frñhbronzezeitliche Befestigung in Sudfrankreich". *Germania* 41. 1963. pp. 229-243.

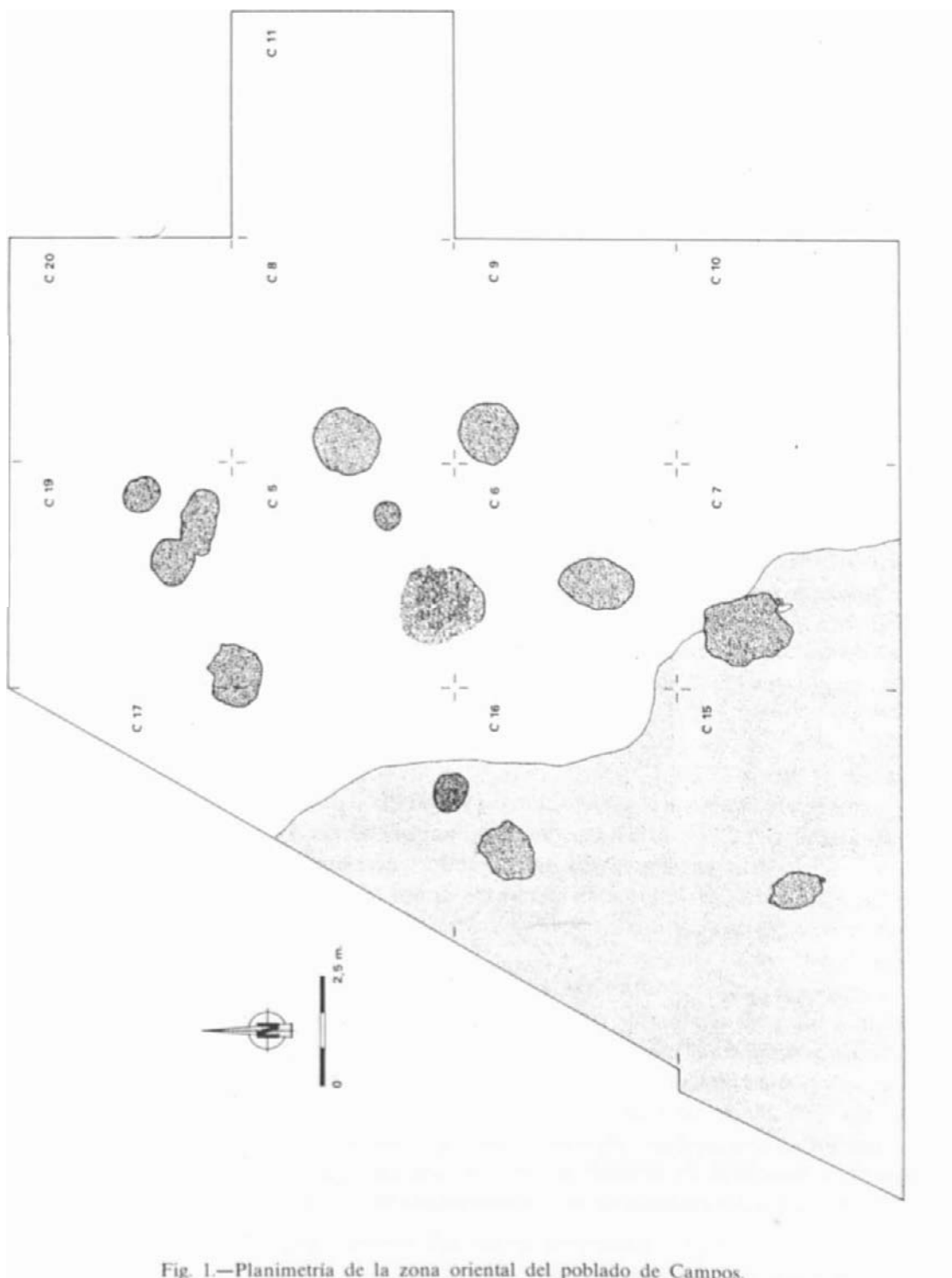


Fig. 1.—Planimetría de la zona oriental del poblado de Campos.

técnica constructiva a base de caras realizadas con piedras de volumen medio y rellenas de tierra y piedras pequeñas (5). Pero, además, se observa cómo el apoyo de la base de dicho paramento de muralla descansaba una de sus caras en un escalón natural de la roca virgen y se reforzaba con tierra apelmazada a fin de ofrecer una mayor solidez a la estructura, mientras la otra se erigía sobre ese escalón rocoso; esto quiere decir que las caras de dicho alineamiento partían en su base de alturas diferentes.

En el área oriental se han identificado restos de un muro totalmente destruido, nueve construcciones artificiales excavadas en el suelo y un enterramiento infantil.

Analizadas globalmente, las construcciones excavadas artificialmente se caracterizan por tener marcadas diferencias entre sí, tanto en dimensiones, como en sus profundidades y estructuras, muchas de las cuales tienen su origen en las circunstancias específicas del suelo del espacio donde han sido realizadas. Así, nos encontramos con una notable variedad de estructuras, que van desde simples y ligeros rehundimientos en el suelo, como ocurre con la identificada en el corte núm. 5, a perforaciones que llegan a alcanzar el metro y medio de profundidad, caso de la descubierta en el corte núm. 15.

Estrechamente relacionados con esta profundización y con la composición de los suelos que atraviesan, han de entenderse sus formas y dimensiones. En efecto, parece existir una idea preconcebida para realizarlas siguiendo el esquema estandarizado tan típico de estas construcciones en los poblados de la Edad del Cobre. Ahora bien, la realidad evidente es que la estructura del subsuelo no permitió desarrollar un formato uniforme y general de las mismas, y así nos encontramos con una construcción que podríamos considerar típica en el silo núm. 1, frente a otras totalmente irregulares o informes, ya que al estar excavadas en un suelo formado por un débil conglomerado de arenas y guijarros, poco compacto, las gravas, era imposible llevar a la práctica la idea matriz, y hubieron de adaptarse a la forma que el terreno les permitía delimitar, como ocurre en el rehundimiento del corte núm. 15. En consecuencia, el diseño final variará de acuerdo con las posibilidades que les ofreciera el medio.

En algunas construcciones se han recubierto las paredes con un revoco, en un intento de reforzarlas y regularizarlas, además de impermeabilizarlas, para conseguir las condiciones más adecuadas de cara al almacenamiento y conservación de los productos alimenticios, en especial los agrícolas. Esta cobertura, donde se ha observado, afecta esencialmente a aquellos sectores de las paredes que han sido excavadas en el suelo de gravas, nunca en el limoso fino y poco compacto.

Entre estas construcciones hay una, la identificada en el corte núm. 8, que presenta un trazado de paredes totalmente verticales, como prolongación de la boca, dando como resultado una estructura cilíndrica. De acuerdo con las primeras impresiones, que han de ser ratificadas por los análisis de tierras allí recogidas, es posible considerar a esta construcción como un depósito de agua que, en un momento determinado, cae en desuso y se abandona.

Apunta en este sentido, además de que la estructura de las paredes y base son impermeables, la presencia, en el tercio inferior, de una serie de niveles totalmente horizontales y uniformes, que son resultado de una lenta deposición de la arcilla en el agua almacenada.

(5) SIRET. E. y L.: *Las primeras edades...* op. cit., nota 1.

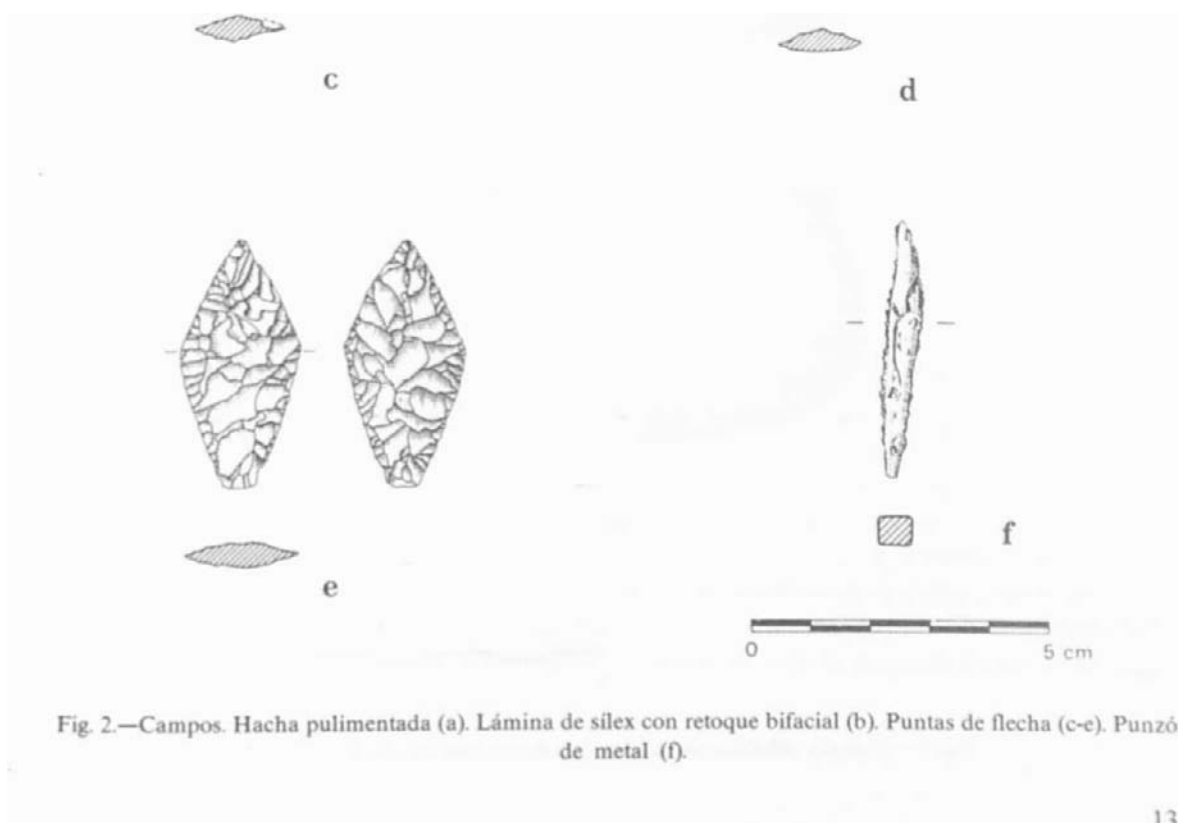
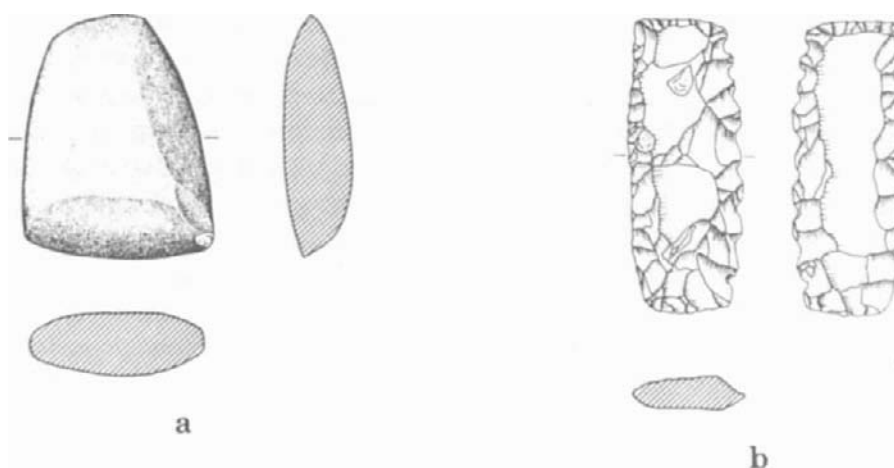
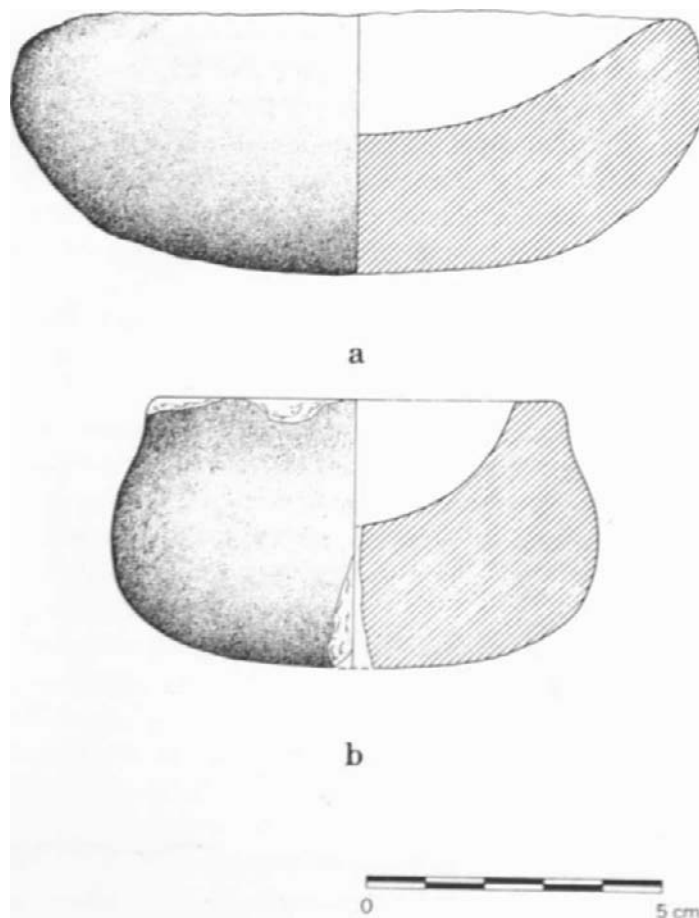


Fig. 2.—Campos. Hacha pulimentada (a). Lámina de sílex con retoque bifacial (b). Puntas de flecha (c-e). Punzón de metal (f).

Próximo a éste se encontró un pequeño rehundimiento, poco profundo, en cuya parte superior aparecía un enterramiento infantil, donde el cadáver estaba dispuesto en posición flexionada sobre el lado izquierdo, pero con la cabeza orientada en sentido totalmente contrario a la que le correspondería naturalmente. Independientemente de lo destruido que estaba por la acción de las labores agrícolas, la posición indicaba claramente que el cadáver fue violentamente forzado de su posición lógica y por razones que, en el estado actual de las investigaciones, desconocemos.

En cuanto a los materiales, sólo podemos ofrecer una visión muy general, a modo de avance, hasta que no finalicen los estudios y análisis en curso.

Entre el material lítico pulimentado cabe señalar la presencia de una pequeña hacha de bisel simple y sección de tendencia oval, un brazaete de arquero de pizarra con ambos extremos perforados, así como la mitad de un pequeño mortero o recipiente con forma de tendencia elipsoidal, y la mitad aproximada de un vaso de mármol de paredes muy gruesas, forma de tendencia elipsoidal y pequeño cuello incipiente de tendencia troncocónica. que



** 3 —Campos. Mortero de piedra (a). Recipiente de mármol (b).

parece corresponderse con el fragmento publicado por E. y L. Siret (6). cuyo paradero desconocemos.

En cuanto al lítico tallado, además de lascas de desecho y de laminillas y láminas de sílex sin retoques, aparecen láminas retocadas y diferentes tipos de puntas de flecha, en unos casos con aletas y pedúnculo, otras de base cóncava y una de tendencia romboidal.

La industria ósea aparece representada, fundamentalmente, por punzones, la mayoría fragmentados, punzones-espátulas, donde destaca uno con un extremo ensanchado y una tipología similar a la que es característica de Almizaraque. Igualmente, se han identificado tres cuentas de collar cilíndricas.

Los adornos consisten, básicamente, en conchas de moluscos perforadas, observándose una tendencia acusada a ser fabricados en *Glycymeris glycymeris*. También se ha identificado una pequeña placa de pizarra de forma irregular que presenta una perforación en el extremo conservado, además de las piezas fabricadas en distintas materias primas, como las reseñadas con anterioridad.

Los útiles metálicos no son muy abundantes en Campos, situación que, tampoco, es excepcional si tenemos en cuenta los hallazgos presentes en los yacimientos de la zona. Consisten en fragmentos informes, de sección circular, una pieza con tipología de punta, un punzón de sección cuadrangular y un puñal de lengüeta y hoja plana.

La cerámica representa el conjunto más abundante e importante del material de Campos. Analizada globalmente y desde un punto de vista estrictamente externo, se determina la existencia de una clara diversidad, reflejada tanto en las formas como en el tratamiento, con una notable correlación entre morfología, técnica de fabricación, superficies e incluso decoración, como consecuencia de una posible presencia en este poblado de tradiciones alfareras diferentes.

En efecto, se observa como existe un conjunto caracterizado por la mala calidad de sus pastas, donde la superficie tiene un color predominantemente oscuro, rojizo, negruzco o rojizo negruzca, que tradicionalmente se ha venido considerando como resultado de una cocción irregular, frente a las denominadas oxidante o reductora en sentido estricto. En cuanto al tratamiento de estas superficies, en este grupo se observa una gran disparidad, pues oscila entre recipientes con un único proceso, normalmente un alisado, a vasos donde la superficie interior presenta un acabado minucioso y detenido, a través de un espatulado, y la exterior apenas ha sido toscamente uniformada, siendo por consiguiente de apariencia grosera. La explicación de esta diversidad creemos que habría de buscarse en la correlación existente entre la forma de los vasos y la técnica de su fabricación.

Las formas más frecuentes de este grupo cerámico son las de tendencia a cilíndricas de paredes bajas o medias, a troncocónica invertida con la altura inferior al radio, y a elipsoidales con la altura inferior al radio. Pues bien, se observa como la mayoría de estos vasos han sido fabricados utilizando, en unos casos, moldes o soportes de cestería, cuando no en simples rehundimientos en el suelo, de dimensiones similares al de la pieza a fabricar, de tal manera que sujetaban la masa mientras se iba conformando la vasija. De ahí la presencia de la impronta de cestería o soporte muy rugoso característico de la mayoría de las superficies

(6) *ídem*, fig ||:2.

extemas de estos recipientes. Cuando se usan moldes, casos excepcionales, la superficie externa apenas se somete a un pequeño uniformado; situación similar presentan los recipientes muy bajos y que apenas diferencian una pequeña altura con el labio. No obstante, cuando se incorporan las paredes que conformaran definitivamente el vaso, presentando en su unión con la base la característica protuberancia o baquetón, éstas sí son manipuladas de forma similar a la superficie interna del mismo recipiente. Esto explicaría las diferencias observadas en el tratamiento de unos y otros vasos. En cuanto a la técnica de fabricación, se observa un predominio del uso de cordones superpuestos.

El segundo grupo corresponde a cerámicas con pasta de buena calidad. En él se pueden distinguir, por un lado, las de superficies de color rojizo-anaranjado muy característico, bien alisadas o espatuladas y, en algunos casos, cubiertas por un engobe rojizo. Las formas más típicas son las de tendencia troncocónica, la parabólica, la elipsoidal y la ovoide. En este conjunto se encuadrarían algunas piezas decoradas a base de incisiones, como la existente en la colección L. Siret depositada en los fondos del British Museum (7). Por otro lado, se pueden diferenciar las de superficies de color rojizo oscuro o negro, bien cuidadas, espatuladas o bruñidas. Sus formas más características son las de tendencia esférica con la altura similar o inferior al radio, y la elipsoide. Es, precisamente, a este conjunto al que pertenecen los fragmentos de cerámica "simbólica", decorados o no. Entre los decorados podemos señalar la presencia de un vaso de tendencia elipsoidal, con una decoración interior incisa, de anchura y profundidad variables, formando un motivo "simbólico" de círculos donde convergen al exterior y perpendiculares pequeñas líneas rectas irregulares (fig. 6). Igualmente, hay restos de un vaso que tiene la superficie exterior decorada a base de protuberancias en relieve a modo de mamelón macizo (fig. 4b).

Ante esta situación divergente y por las hipótesis que de ella se pueden derivar, se imponía la conveniencia de realizar un análisis de la composición mineralógica, de su microestructura y una evaluación de las temperaturas de cocción de una serie de muestras representativas de ambos grupos. Igualmente, era fundamental el ampliar estos análisis a muestras de los suelos de las distintas zonas y niveles observados en este yacimiento.

Para este estudio se eligieron veinte muestras de piezas cerámicas, de las cuales cinco proceden de hallazgos de superficie, y cinco de cada uno de los niveles identificados en las campañas de 1976 y 1977 en la zona occidental del poblado. En todo momento se ha intentado que las piezas fueran representativas de los conjuntos característicos de los mismos. A ellas se ha incorporado el estudio a la lupa binocular, al MEB y de láminas delgadas al microscopio óptico de polarización del recipiente con decoración a base de protuberancias a modo de mamelón.

En cuanto a los suelos, fueron seleccionados, igualmente, cinco muestras procedentes de las campañas de 1976 y 1977, de las que dos pertenecen a cada uno de los niveles superiores, escogidas en base a las peculiaridades y diferencias de coloración observados en los mismos, y una del nivel de base, por presentar una gran uniformidad. A ellas se suman veinte recogidas durante las campañas de 1985 y 1986, procedentes del perfil de suelos y de los silos 1 y 3 (tablas 2 y 3).

(7) *ídem.* lám. 10:78.

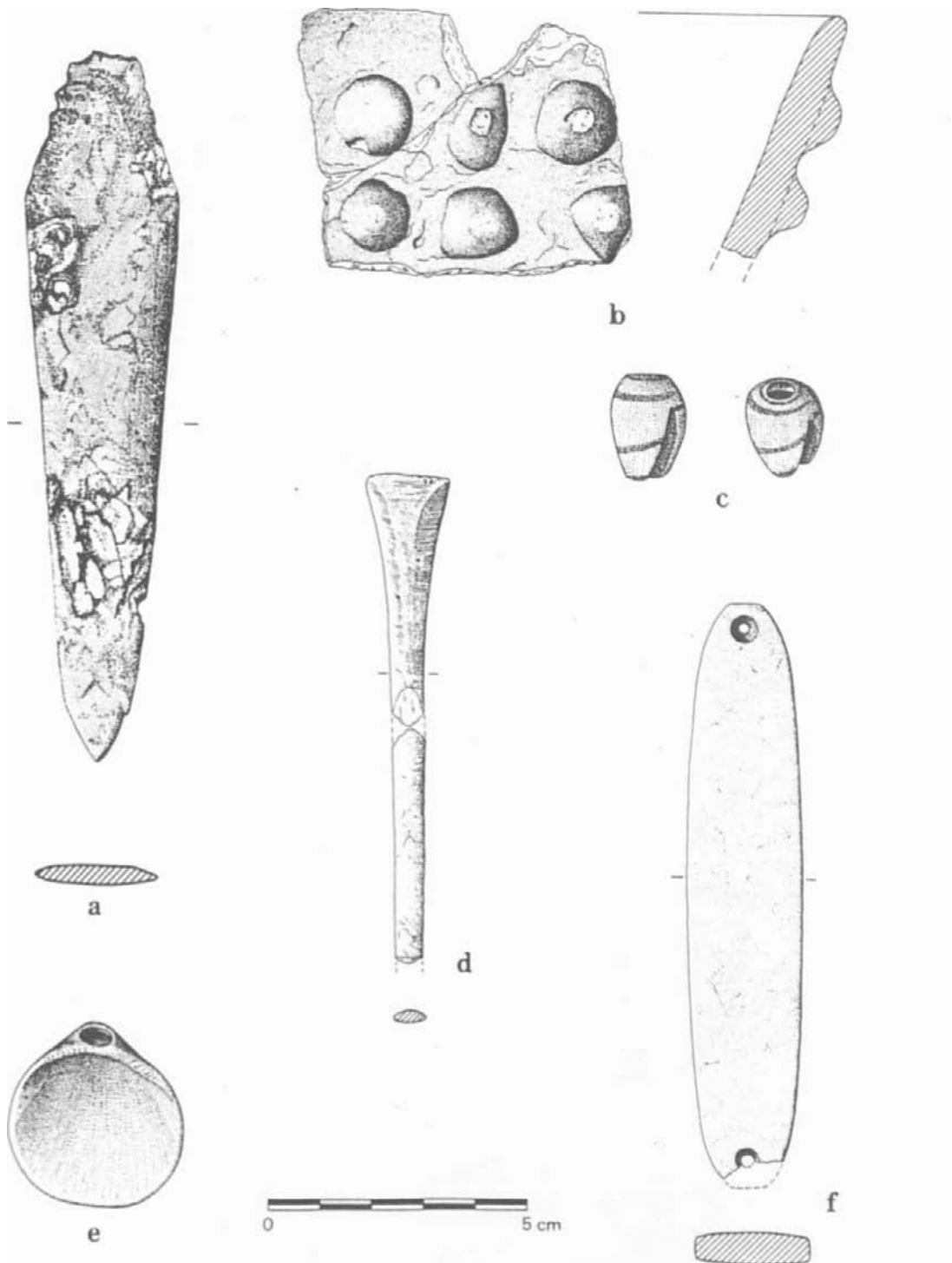


Fig. 4—Campos. Puñal de cobre (a). Cerámica del corte n.º 6 (b). Cuentas de moluscos (c). Fragmento de punzón-espátula de hueso (d). Brazaletes de arquero (f).

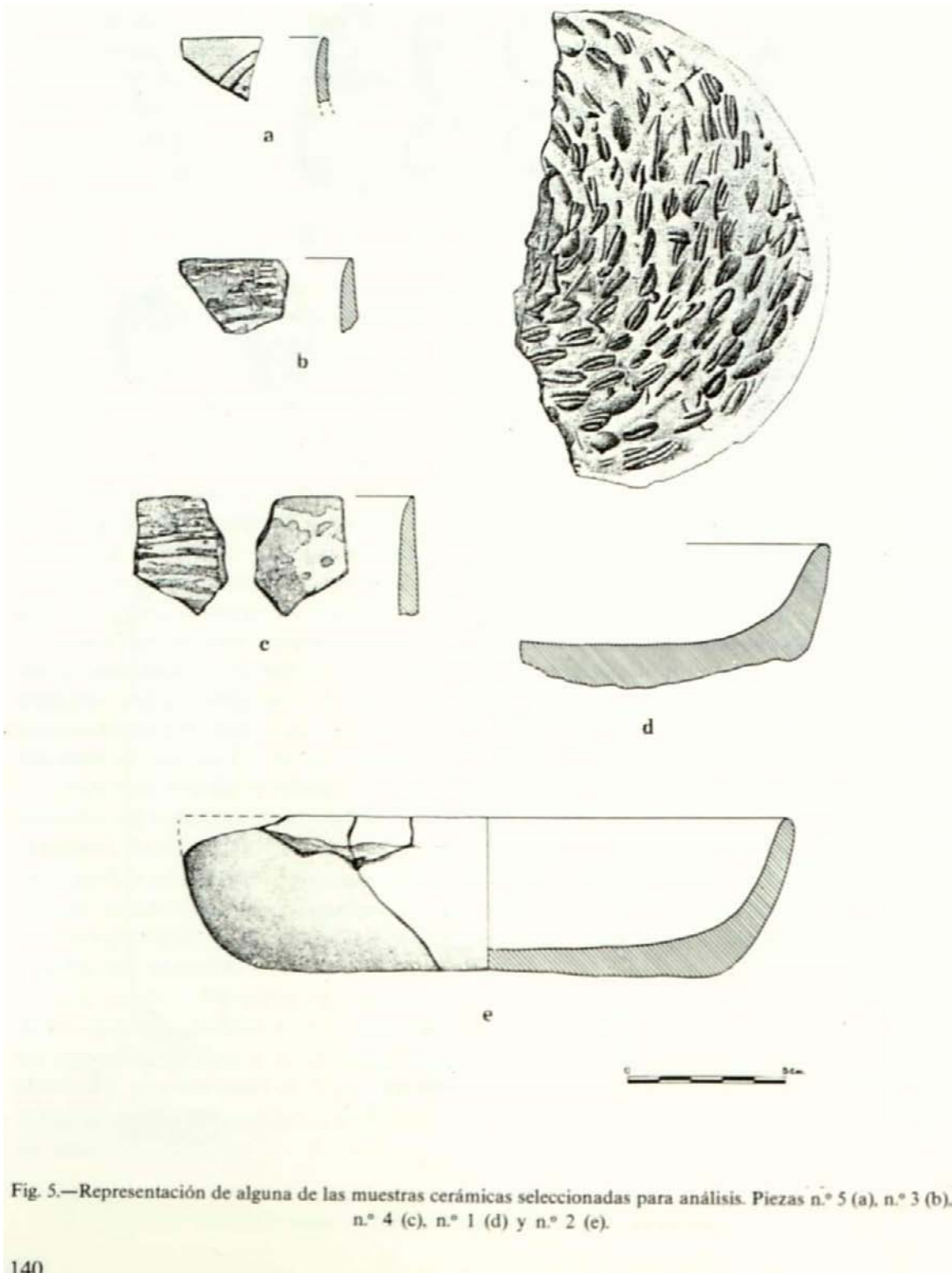


Fig. 5.—Representación de alguna de las muestras cerámicas seleccionadas para análisis. Piezas n.º 5 (a), n.º 3 (b), n.º 4 (c), n.º 1 (d) y n.º 2 (e).

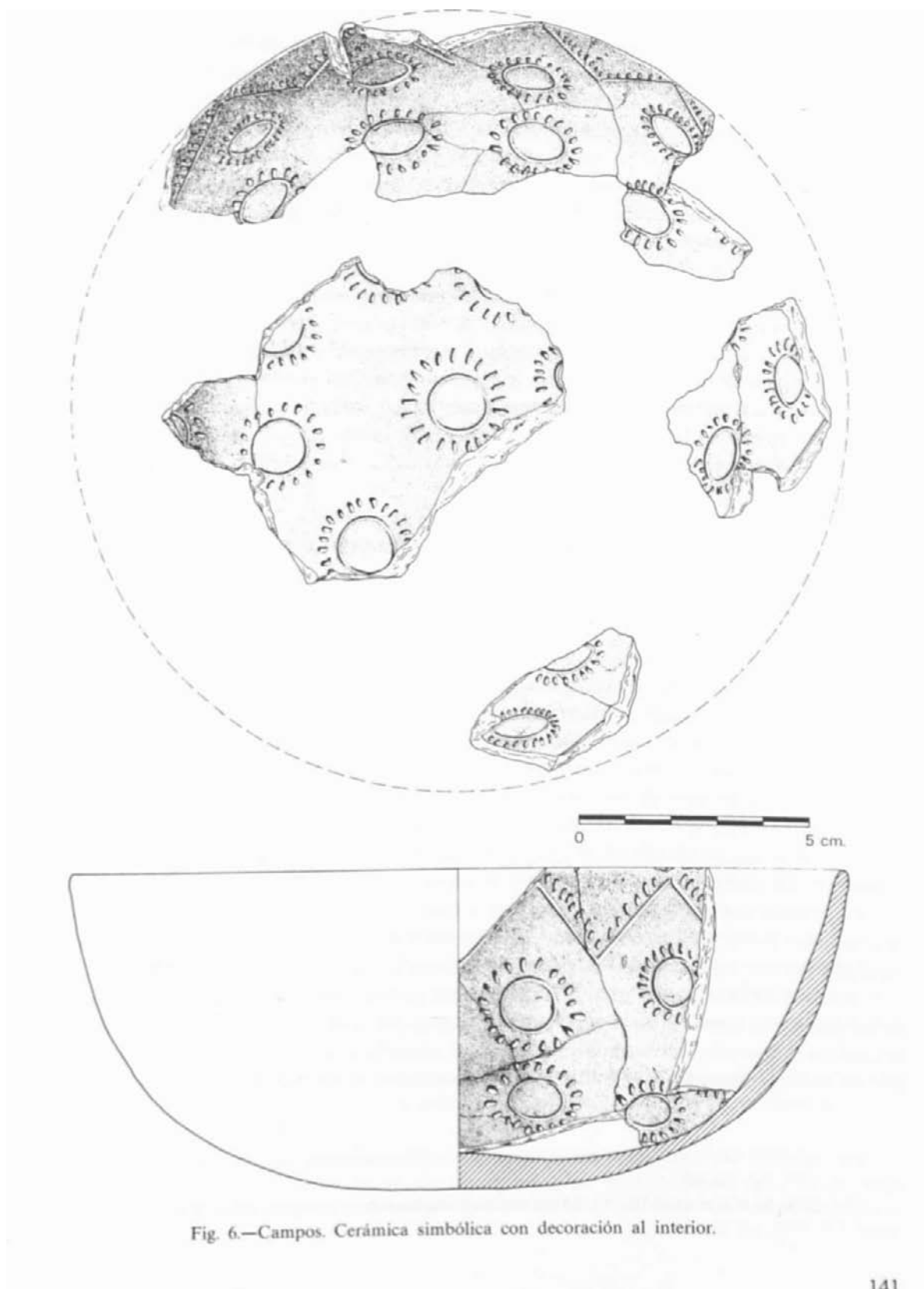


Fig. 6.—Campos. Cerámica simbólica con decoración al interior.

En el estudio de la composición mineralógica de las piezas reseñadas, se han utilizado diferentes técnicas físico-químicas. tales como la difracción de rayos X. la microscopía electrónica de barrido y microanálisis a través de una microsonda electrónica.

De todos ellos, la *difracción de rayos X* es, sin duda alguna, el método más usual para un conocimiento adecuado de los componentes cristalinos. En el estudio de estas piezas se ha utilizado un difractómetro. marca Philips, con cátodo de cobalto. La radiación empleada es la K α y las condiciones del aparato han sido: tensión. 40 Kv.; intensidad del haz incidente. 30 mA; filtro, hierro: y velocidad de exploración. 2°/minuto.

Para la identificación de los minerales de arcilla se han realizado diferentes tratamientos, además del clásico del polvo desorientado o de Debye-Scherrer. Igualmente, se ha estudiado el comportamiento de los minerales a la hidratación, al hinchamiento con moléculas orgánicas y al calentamiento, de acuerdo con el método de agregados orientados (8).

En el primer caso, se parte de que la absorción de agua en el espacio interfoliar es una propiedad característica de un determinado tipo de arcilla 2/1, y se manifiesta en una variación de la equidistancia 001. No obstante, existe una arcilla 1:1 que, también, tiene esta propiedad, la haloisita (10 Å), pero, sin embargo, al calentarse a 105° C. se observa como su efecto principal se desplaza a 7 Å.

En el segundo, el hinchamiento de determinadas arcillas 2/1. se pone de manifiesto mediante un tratamiento a base de moléculas orgánicas, siendo las más frecuentes el etilenglicol o la glicerina. Nosotros hemos utilizado el primero de ellos, el etilenglicol.

En el tercer proceso, el calentamiento, los agregados orientados han sido sometidos a temperaturas de 105° y de 500° C. En el primer caso, por la posibilidad de que contuvieran haloisita. pues existe un efecto a 10 Å. mientras en el segundo, por ser un tratamiento a través del cual es posible diferenciar entre varios tipos de arcillas 2/1. en especial entre montmorillonita y vermiculitas con cloritas.

En unión a la difracción de rayos X y otras técnicas físico-químicas, la *microscopía electrónica* ha abierto nuevos horizontes en la investigación cerámica, al permitir estudiar, entre otros aspectos, una serie de características íntimamente asociadas a la temperatura de cocción a que han estado sometidas las mismas y referidas a la microestructura de las piezas, como son el grado de vitrificación y la porosidad que presentan. Por esta vía se puede llegar a matizar las temperaturas de cocción con una relativa precisión (9).

El aparato utilizado en nuestro trabajo es un microscopio electrónico de barrido Hitachi, modelo S-450. equipado con un dispositivo fotográfico automático Mamiya, y lleva incorporado un espectómetro de rayos X dispersivo en energía. Kevex-7000.

A través de esta microsonda ha sido posible realizar microanálisis de diferentes zonas de las piezas, en especial de la capa exterior y de la masa interna, y de diferentes minerales, lo cual ha permitido, entre otros resultados, el identificar una serie de constituyentes que, por su escasa presencia, no habrían sido detectados por otros medios convencionales.

(8) ROBERT. M.: "Principes de determination qualitative des minéraux argileux a laide des rayons X". *Ann. Agron.* 26. 1975. pp. 363-399.

(9) TI TE. M. S. y MANIATIS. Y.: "Examination of ancient pottery using the scanning electron microscope". *Nature* 257. 1975. pp. 122-123.

En cuanto a la evaluación de la temperatura de cocción a que fueron sometidas las piezas, se ha utilizado un horno eléctrico. Las muestras han estado durante 4 horas a temperaturas de 500°, 700°, 800°, 900°, 1.000° y 1.100° C. dejándolas luego enfriar lentamente en el horno. Después de cada una de estas temperaturas, se ha determinado su coloración utilizando el código de tonalidades de Munsell (10).

Por último, los carbonatos se han valorado con el calcímetro de Bernard.

La preparación de las láminas delgadas de las piezas y suelos estudiados se ha realizado siguiendo los procedimientos usuales en Micromorfología de suelos, previo endurecimiento de las muestras con una resina sintética, Cronolita.

El estudio de las láminas delgadas se llevó a cabo en un microscopio petrográfico Ultraphot II. equipado con dispositivo de microfotografía automática.

En la descripción de los rasgos microscópicos observados, se ha mantenido, en la medida de lo posible, los criterios y nueva terminología propuesta en el *Handbook for soil thin sections description* (11). junto a otros términos usuales en Arqueología para este tipo de análisis (12).

COMPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS

Identificación de minerales mediante difracción de rayos X

La composición mineralógica de las veinte piezas estudiadas y determinadas por difracción de rayos X. se presenta resumida en la tabla 1. El estudio ha supuesto un conjunto de difractogramas tan voluminosos, más de 100 diagramas, que se ha optado por presentar una selección de las piezas más significativas, las cuales fueron sometidas, también a otros análisis complementarios. Son las clasificadas con los números 2, 13, 14 y 20.

Atendiendo a los minerales de arcilla, se ha de establecer una clara distinción entre dos grupos de piezas. Un conjunto está formado por la 1,2,3, 12, 16, 17, 18, 26, 27, 29, 30, 31 y 32, constituidas exclusivamente por arcillas ilíticas. mientras el otro contingente está representado por la 5, 13, 14, 15, 19 y 20. compuestas por una mezcla de ilita y clorita.

La ilita. mineral micáceo, se distingue fácilmente, porque su efecto principal, en torno a 10 Å. no varía al someterse la muestra a diferentes tratamientos, tales como, entre otros, el de calentamiento o el de etilenglicol. Igualmente, se observan las restantes reflexiones de este mineral a 4.9 Å. 4.46 Å. 3.36 Å..... superponiéndose en algunos casos a los efectos del cuarzo.

Pero, además, en los agregados orientados de algunas piezas no se produce una modificación del efecto a 14 Å y ello ha permitido identificar la presencia de clorita.

(10) *Mutiseli Soil Color Charts*. Baltimore. 1975.

(11) STOOPS. G. *et alii*: *Handbook for soil thin sections description*. Wolverhampton. 1985.

(12) ECHALLIER. J. Cl.: *Elements de technologie céramique et d'analyse des terres cuites archéologiques*. Lám-bese. 1984.

TABLE 1
VALORACIÓN APROXIMADA DE LA COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DE LAS MUESTRAS
CERÁMICAS ANALIZADAS

Pieza	Ílita	Clorita	Cuarzo	Calcita	Dolomita	Yeso	Feldespatos	Hematites	2.51 A
1	X		++++	-		-	-	-	-
2	XX		++++			+	+	-	-
3	X		++++	+		tr.	+		tr.
5	XXX	l	++++			tr.	-		
12	XXX		++++			-	-		-
13	X	X	++++	+	tr.	tr.	-	tr.	tr.
14	XXXX	X	++++	+		tr.	-		
15	XXX	X	++++	+			-		
16	XXX		++++				-		+
17	XXX		++++	-		-	-	-	+
18	XX		++++	+		tr.	+	-	-
19			++++	+		tr.	-		-
20	XX	l	++	++	tr.	tr.	+		
26	X		++++				-		-
27	XXXX		++++	-	7	-	+		+
28	XX		++++	+	+		-	ti.	+
29	XXXX		++++	tr.			-		tr.
30	XXX		++++	tr.			+	-	+
31	XXX		++++			-	++		
32	XXX		++++	-	-	-	-		

TABLE 2
VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DE LAS MUESTRAS DE
SUELOS ANALIZADAS DEL YACIMIENTO

CAMPOS	Ílita	Clorita	Cuarzo	Calcita	Dolomita	Yeso	Feldespatos
Sector Occidental.							
Campañas 1977-1980							
Nivel 1. Corte 4	XX	l	+++	++	7	+++	+
Nivel 2. Corte 4	XXX	X	++++	+++	+	7	+
Nivel 1. Corte 8	XX	X	++++	++-	-	++	tr.
Nivel 2. Corte 7	XX	X	++++	+++	+	7	+
Nivel 3. Corte 7	XX	X	++++	++	7	++++	+
Sector Oriental.							
Campañas 1985-86							
Horizonte Ap	++	-	++++	++++		+-	++
Horizonte Bw Ca	-	-	++	++++		tr.	
Zona no encostrada (48-80 cm.)	+-	-	++++	+++		++	++
Zona encostrada	+	-	++++	++++		++	-
Material Tino (100-150 cm.)	+	tr.	+++-	++++		+-	-

TABLA 3

VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DE LAS MUESTRAS RECOGIDAS EN LOS SILOS DE LOS CORTES N.º 6 Y 7. CAMPAÑAS DE 1985-86

CAMPOS	Mía	Clorita	Cuarzo	Calcita	Yeso*	Feldespato
Silo 1. Muestra 1	+++	+	++		+	+
Silo 1. Muestra 2	+	tr.	+	+	+++	+
Silo 1. Muestra 3	+	+	+	+	++	+ -
Silo 1. Muestra 4	Toda la muestra es Yeso con pequeñas contaminaciones de ilita y cuarzo.					
Silo 1. Muestra 5	+++	+	++	tr.	++	+
Silo 1. Muestra 6	+++	+	++	+	+	+
Silo 1. Muestra 7			++	+	+++	
Silo 1. Muestra 8	+	+	+	++	tr.	+++
* El Yeso en este silo tiene la reflexión principal a 7.6 Å.						
Silo 3. Muestra 1	++	+	+++	+++	+	+
Silo 3. Muestra 2	+	-	+	++++	-	+
Silo 3. Muestra 3	+	.	+	+++ +	-	
Silo 3. Muestra 4	Prácticamente todo el difractograma está constituido por reflexiones de la calcita el cuarzo con trazas de ilita.					
Silo 3. Muestra 5	+	+	+	++++	tr.	+
Silo 3. Muestra 6			++	++		+
Silo 3. Muestra 7	tr.	+	+	++	++	
• El Yeso aparece en este silo con su reflexión principal a 2.87 Å. y no aparece en ningún caso a 7.6 /						

Explicación de los signos:

tr. = trazas.

- / = **escaso**.

+ X = común.

++ XX = frecuente.

+++ XXX = abundante.

++++XXXX = muy abundante.

Por último, cabe reseñar la ausencia de minerales expansibles y de arcillas de tipo 1:1.

Asociado a los minerales de arcilla se observa la presencia muy acusada de compuestos cristalinos, cuarzo, que aparece en todas las piezas y donde se refleja la totalidad de sus efectos: 3.34 Å. 4.26 Å. 1.81 Å. 2.45 Å. 2.28 Å. etc. Igualmente, en todas ellas se identifican, si bien en proporciones relativamente pequeñas, las reflexiones correspondientes a feldespatos, probablemente del tipo anortita. Únicamente en las muestras 20 y 31 aparece un efecto a 330 Å. de microclina.

En dieciséis de las piezas estudiadas se han detectado carbonatos, fundamentalmente calcita, con su efecto principal a 3.03 Å. La dolomita, en presencia de yeso e ilita, es difícil de identificar, especialmente cuando se encuentra en pequeñas proporciones, pues su efecto principal a 2.89 Å coincide con reflexiones de estos minerales. Lo mismo ocurre con el sulfato calcico hidratado, que en una de sus formas tiene el efecto principal a 2.87 Å

Aunque en la gran mayoría de las piezas es posible identificar pequeñas cantidades de este mineral, únicamente la pieza 2 lo tiene en proporciones destacables.

En cuanto a los minerales de hierro, en algunas muestras se observan efectos a 2.69 Å y 2.51 Å que, en principio, podrían ser interpretados como indicativos de la presencia de hematites (a FeX_2) y maghemita (Fe_2O_3). Sin embargo, al someter la muestra a diferentes temperaturas se comprueba como el efecto a 2.51 Å, se mantiene o llega, incluso, a aumentar por encima de 500° C. demostración clara de la inexistencia de la maghemita. pues, normalmente, a esta temperatura tiene lugar su transformación a hematites, forma estable de hierro.

Los estudios mineralógicos considerados hasta el momento, se refieren, exclusivamente, al conjunto de cada una de las muestras. No obstante, atendiendo a los problemas de interpretación derivados de las tonalidades de las piezas, se realizó, también, un difractograma de la zona exterior de la cerámica, pero sólo en los casos donde se apreciara una diferencia notable de color, como era el caso de los fragmentos 15, 18 y 20.

En las piezas 15 y 18 no se observa variación alguna, en cuanto a la composición mineralógica, entre la zona externa y el conjunto. Y así, vemos como ambas tienen el mismo tipo de arcilla, illita y clorita en el caso de la 15, e illita en la muestra 18. Igualmente, aparecen feldespatos, cuarzo y calcita. Ahora bien, sí se comprueba una disminución importante en la intensidad de los efectos de los dos últimos minerales reseñados, en especial la calcita, que se reduce a nivel de trazas en la zona externa de la pieza 18. Como se ha señalado para el conjunto de la muestra, en la pieza 15 no se detecta hematites, los cuales aparecen en proporciones similares en el fragmento 18.

En cuanto a la muestra 20, hemos de señalar que, si bien en el conjunto de la pieza se identificaron illita y pequeñas cantidades de clorita, en la zona externa aparece, exclusivamente, illita. Igualmente, y como ocurre en las muestras anteriores, la proporción de cuarzo y de calcita en la zona externa es mucho menor, en especial de esta última, pues aparece sólo a nivel de trazas.

Esta diferencia en el contenido de calcita entre el interior y exterior de la muestra se pone, también, de manifiesto en los porcentajes de CO_2/Ca , evaluados con el calcímetro de Bernard (tabla 4). Así, la pieza 15 presenta 7.9% en el interior y 6.7% en el conjunto, frente al 28.7% en el interior y 21.7% en el conjunto de la pieza 20. Se observa un efecto de dilución en el conjunto de la muestra al tener menos carbonato la zona externa.

En las tablas 2 y 3 se resume la composición mineralógica de varios suelos de este yacimiento cuyas muestras han sido analizadas. Proceden de las dos zonas básicas excavadas y han sido obtenidas en las diferentes campañas realizadas desde 1977. Como puede observarse no hay diferencias significativas con la composición de las piezas cerámicas. Illita y clorita, abundante cuarzo y cantidades variables de yeso, las diferencias observadas en la calcita, yeso y hematites pueden atribuirse a efectos del calentamiento, como se discutirá en su momento. Sin embargo, en el caso del yeso resulta llamativo que mientras el identificado en las muestras del silo 1 tiene su reflexión principal a 7.6 Å, el procedente del silo 3 lo tiene exclusivamente a 2.87 Å. Por último, conviene señalar como en todos los suelos se comprueba, también, la presencia de feldespatos.

En los diagramas de polvo desorientado y, especialmente, en los agregados orientados, se observa un efecto a 7 Å que, en principio, podría interpretarse como indicativo de la presencia de arcillas 1:1. Sin embargo, en todas las muestras este efecto se mantiene después de

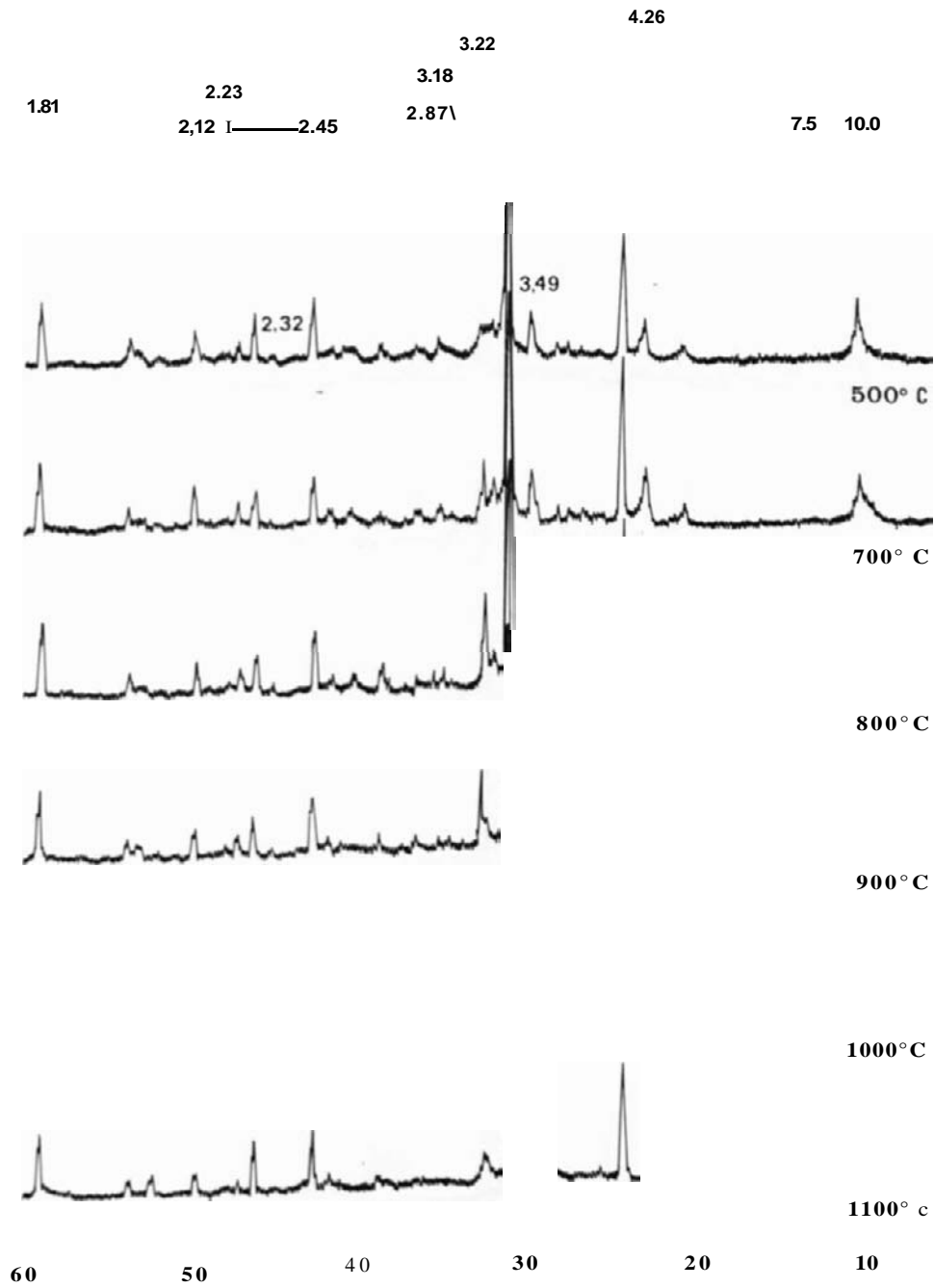


Fig. 7—Pieza n.º 2. Diagrama de difracción de rayos X. Método de Debye-Scherrer.

3.34

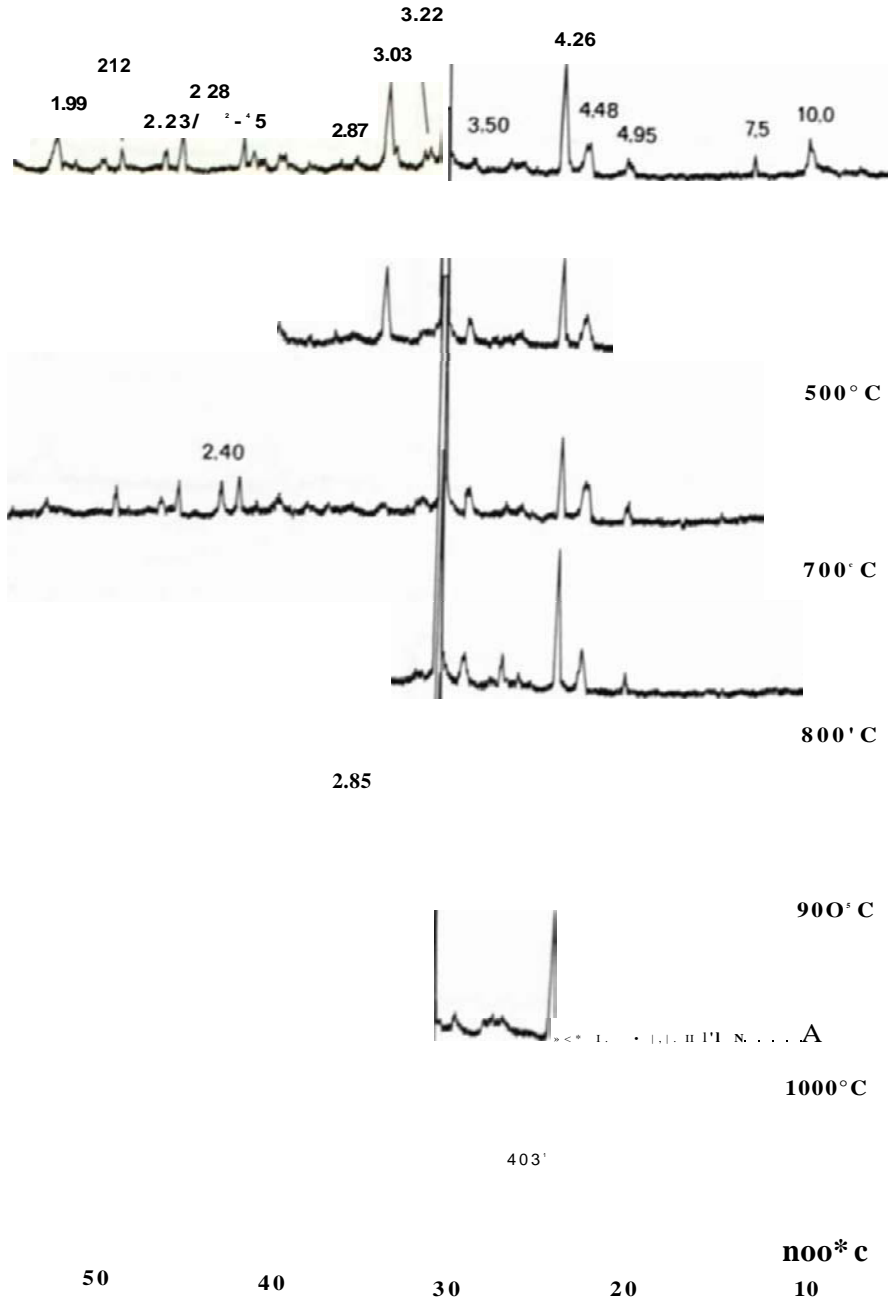
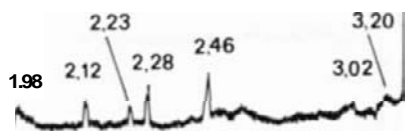


Fig. 8-Pieza n.º 13. Diagrama de difracción de rayos X. Método de Debye-Sche

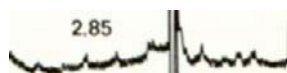
3.34



4.26



500° C



700° C



800° C

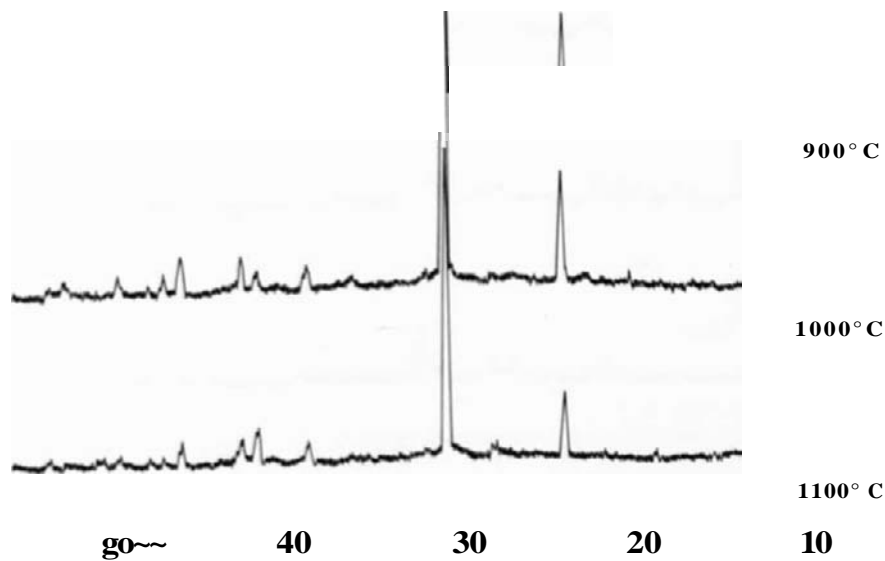


Fig. 9—Pieza n.º 14. Diagrama de difracción de rayos X. Método de Debye-Scherrer

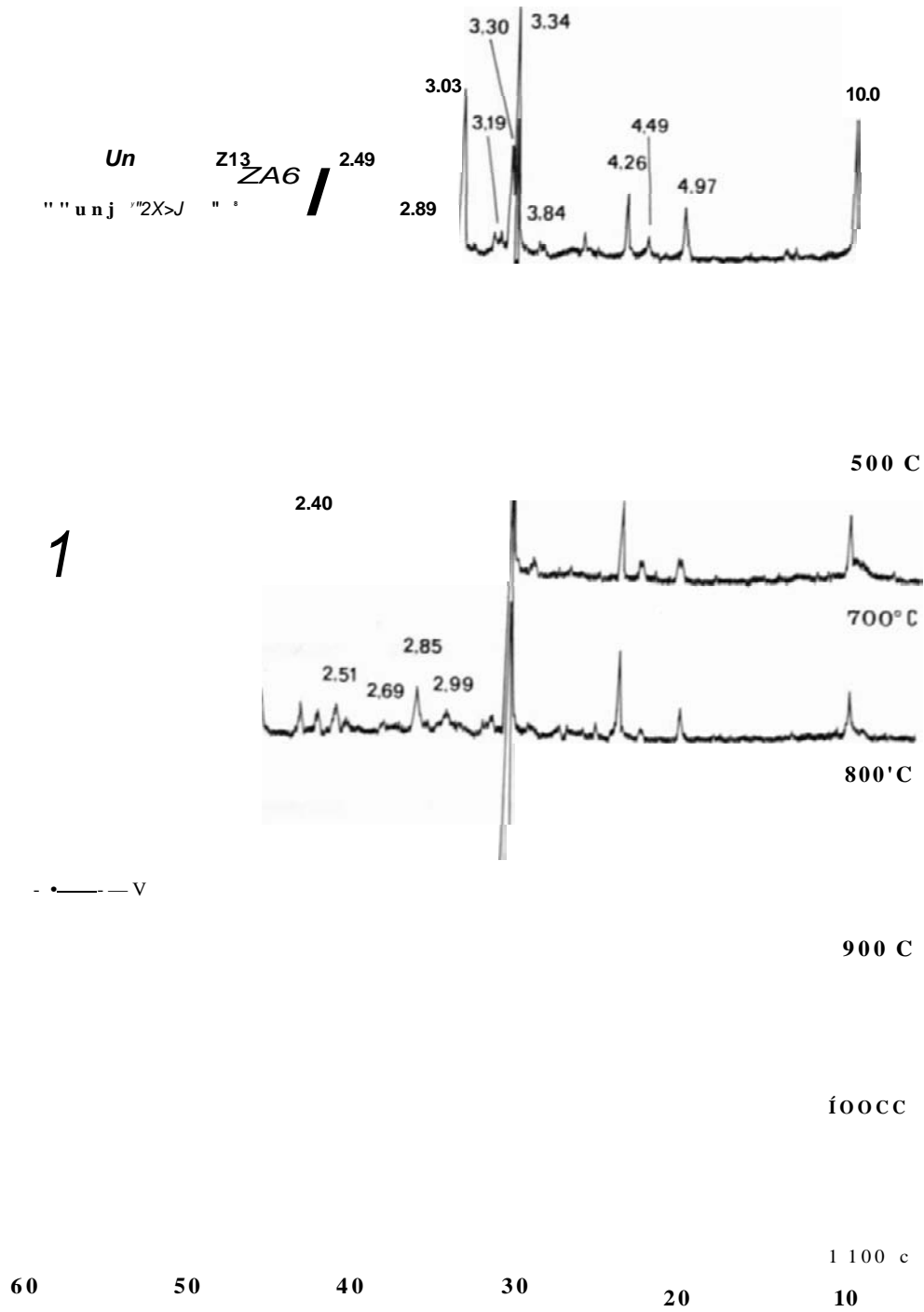


Fig. 10-Pieza n- 20. Diagrama de difracción de rayos X Método de Debye-Sche

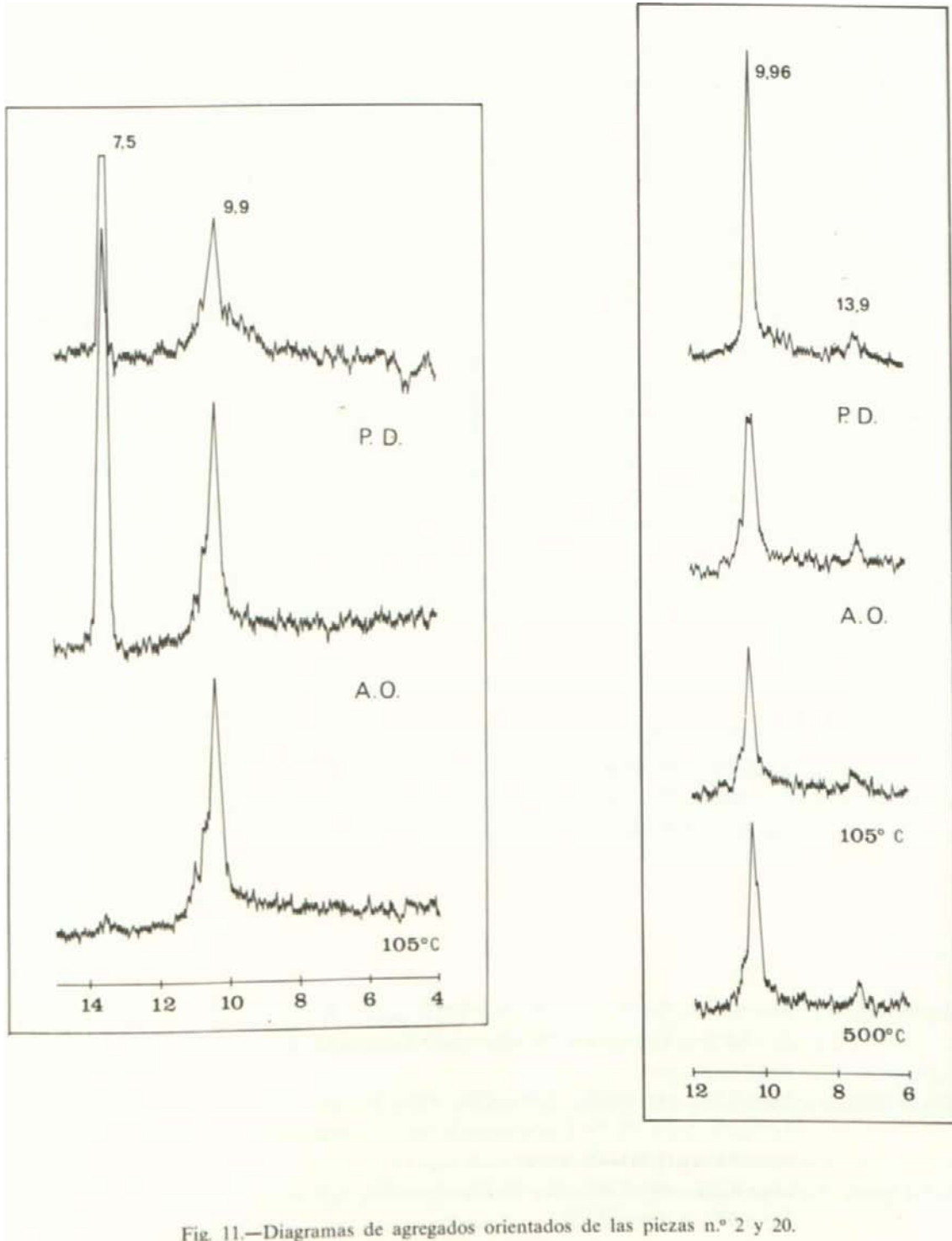


Fig. 11.—Diagramas de agregados orientados de las piezas n.º 2 y 20.

calentarlas a 550° C, circunstancia demostrativa de su no correspondencia a este tipo de arcillas. Probablemente se trata de una reflexión de la clorita (fig. 12).

TABLA 4
VARIACIÓN DEL COLOR EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

<i>Pieza</i>	<i>Original</i>	<i>500-</i>	<i>700°</i>	<i>800</i>	<i>900*</i>	<i>1.000-</i>	<i>COfia %</i>
2	10YR4/2	10YR7/3	7.5 YR 7/4	5 YR7/6	15 YR 7/8	2.5 YR 7/8	0
13	10 YR 6/4	10YR6/4	7.5 YR 7-6/6	5 YR6/6	2.5 YR 6/8	10 R 6/8	Conjunto: 13.45 Interior 9.06
14	10 YR 3/4	7.5 YR 5/8	5YR5/8	2.5 YR 5/8	2.5 YR 5/8	10 R 5-4/8	
15	7.5 YR 4/6	7.5 YR 5/8	5 YR6/8	2.5 YR 6/8	10 R 6-5/8	10 R 4/8	Conjunto: 6.7 Interior 7.92
18	7.5 YR 5/4	7.5 YR 6/4	5 YR 6/4-6	2.5 YR 6/6	10 R 6/8	10 R 6/6	Interior 5.85
20	10YR7/3	10YR7/4	7.5 YR 7/6	5 YR7/6	2.5 YR 7/6	5YR7/4	Conjunto: 21.7 Interior 28.7
28	10 YR 6/2	10 YR 8/3-4	7.5 YR 8/3^	5 YR 8/3-4	5 YR 8/3-4	5 YR 8/3-4	Conjunto: 10.67

Microanálisis de las piezas

Se realizó un microanálisis de algunas de las piezas que en su capa exterior presentaban zonas muy marcadas de colores diferentes. Los resultados fueron los siguientes:

Pieza 3

Zona clara: Na=0.2%: Mg=0.8%: Al=18.1%: Si=44.2%: P=0.2%: S=0.3%: Cl=1.4%: K=8.0%: Ca=16.4%: Ti=0.8%: y Fe=9.4%.

Zona negra: Na=0.1%: Mg=1.0%: Al=11.8%: Si=25.7%: P=0.6%: S=0.5%: Cl=3.1%: K=4.6%: Ca=45.3%: Ti=0.4%: y Fe=6.9%. También se detectaron trazas de manganeso.

Pieza 5

Zona negra: Mg=0.5%: Al=10.2%: Si=42.6%: S=2.7%: Cl=0.3%: K=16.6%: Ca=7.7%: Ti=1.8%: y Fe=17.4%. Se observan incrustaciones de yeso en algunos huecos.

Zona blanca: Mg=0.2%: Al=3.2%: Si=13.2%: P=0.3%: S=19.7%: K=4.9%: Ca=46.6%: Ti=2.2%: y Fe=9.7%. Corresponde, fundamentalmente, a zonas de acumulación de cristales de yeso.

Zona gris: Mg=0.2%: Al=7.6%: Si=31.4%: S=6.5%: Cl=0.9%: K=12.4%: Ca=17.5%: Ti=1.4%: y Fe=22.1%.

Pieza 12

Zona roja: Mg=0.4%; Al=17.0%; Si=35.1%; K=7.9%; Ca=2,8%; Ti=2.3%; y Fe=34.5%.
Zonas preferentemente de acumulación de hierro.

Zona gris: Mg=0.4%; Al=9.1%; Si=23.5%; S=0.7%; Cl=0,5%; K=7.1%; Ca=50.3%;
Ti=0.8%; y Fe=7.6%. Zona preferencial de acumulación de calcita.

Pieza 14

Zona negra: Al=9.8%; Si=45.2%; S=0.6%; Cl=0.8%; K=13,9%; Ca=11,0%; Ti=1,0%; y
Fe=17.7%.

Zona salmón: Al=7.8%; Si=34.1%; S=4.8%; K=8.0%; Ca=31,5%; Ti=0,7%; y Fe=13.1%.

Pieza 15

Zona roja: Mg=1.1%; Al=15.8%; Si=38.7%; K=14.0%; Ca=7,9%; Ti=1,3%; y Fe=21,2%.
Zona blanca: Mg=0.2%; Al=2.1%; Si=5,4%; K=2,9%; Ca=86,5%; Fe=2,5%; y S=0.4%.
Zona negra: Na=0.9%; Mg=1.1%; Al=28.4%; Si=38.8%; K=10.9%; Ca=5.8%; Ti=0.8%;
Fe=12.0%; y S=0.3%.

Examen a la lupa binocular, microscopio electrónico de barrido y microscopio óptico

Por el número de piezas en estudio, se decidió elegir las siete más representativas (2. 13. 14. 15. 18. 20 y 28). para hacer otro tipo de análisis, entre los cuales se encuentran su observación con la lupa binocular y con el microscopio electrónico de barrido, dirigido tanto a la zona interna como a la capa exterior de cada una de las muestras, además del microscopio óptico, en lámina delgada.

Pieza 2

Zona interna: color negro brillante. Muy microporoso y con abundantes cristales irregulares de cuarzo. El MEB señala una microporosidad muy abundante, con cavidades diferentes, tanto en forma como en tamaño, que aparecen entre empaquetamientos de arcillas micáceas. No se observa la existencia de vitrificación, cualquiera que sean los aumentos utilizados (lám. Ib).

A través de la lámina delgada se percibe claramente la presencia de dos zonas bien diferenciadas: una zona interna, que constituye la pasta de la pieza, y un córtex externo, con una contextura diferente en la fase arcillosa.

La zona interna está caracterizada por la abundancia de cavidades redondeadas. Empaquetamiento suelto del desgrasante y la fase arcillosa. Este desgrasante está formado esencialmente por cuarzo, cuarcitas y pizarras alteradas en arcillas micáceas. Fase arcillosa muy escasa, de color pardo amarillo oscuro y muy birrefringente. con orientación preferente en el borde de cavidades y granos minerales. Abundan las arcillas micáceas.

Zona externa: de color pardo amarillo, es ligeramente más compacta que la interna, con cristales de cuarzo y eflorescencias blancas de CO₂Ca. Con el MEB se aprecia de nuevo este carácter más compacto, existiendo algunos poros (3-20 u). No se detecta el empaquetamiento de las arcillas al mismo nivel que en el caso anterior, pero sí a mayores aumentos. Igualmente, sin vitrificación aparente (lám. Ia).

Con el microscopio óptico se observa como esta zona externa es similar a la interna, pero con algunos matices diferenciales, como son: 1) disminuye ligeramente la porosidad, dando origen a una mayor compactación; 2) ligera disminución en cuanto a la proporción de desgrasante: y 3) aumento claro de la orientación de las arcillas, tal como lo demuestra una birrefrangerancia mucho más acusada (lám. Va). Características todas éstas que coordinan con la pieza cuya superficie externa ha sido sometida a un tratamiento de alisado.

Pieza 13

Zona interna: de color blanco. Muy microporoso. donde se puede observar claramente la contextura y el empaquetamiento de los minerales de arcilla y los cristales de carbonato calcico. Estos últimos tienen forma irregular y unas dimensiones que oscilan entre 3 y 10 u. Se identifican abundantes minerales micáceos y algunas zonas de color rojo muy compactas, con escasa porosidad y con un contenido en Fe mayor que el resto del material. El aspecto de estas zonas podría inducir, en un primer momento, a la existencia de un cierto grado de vitrificación, si bien no parece ocurrir tal fenómeno, sino un empaquetamiento regular de los minerales micáceos, superpuesto en esa resolución (x300) por un mineral de apariencia amorfa. Este sería el responsable del aspecto continuo y no poroso del material (¿óxido de hierro?) (lám. lid).

Esta zona interna, que constituye la pasta, en la lámina delgada se observa muy compacta y con escasas cavidades irregulares. Empaquetamiento denso del desgrasante y la fase arcillosa. Este desgrasante es muy abundante y heterogéneo en cuanto al tamaño y naturaleza, a base de cuarzo, cuarcitas y pizarras. La fase arcillosa, de color pardo rojizo, no es birrefringente. pero sí está muy ferruginizada. Por último, hay presencia de nodulos redondeados de calcita.

Zona externa: color amarillo. Muy microporoso. El tamaño de las partículas es menor que en el caso anterior, de donde se deduce la existencia de una mayor cohesión que en la parte interna, aunque sigue apreciándose una importante microporosidad. con cavidades y pequeñas grietas. Se observan eflorescencias cristalinas de color blanco, pertenecientes a

agrupaciones de cristalitas de yeso (5-10 u). esencialmente de forma bipiramidal. Sin vitrificación aparente.

Por el microscopio óptico se comprueba como la zona externa forma un córtex de unos 2 mm. de espesor, aunque variable a lo largo de la pieza, compacto y en la práctica con ausencia absoluta de huecos. El desgrasante es muy pequeño, abundante, pero con la misma naturaleza que la de la zona interna. La fase arcillosa, de color rojo amarillento, es micácea, y birrefringente (lám. Vía). Algunas acumulaciones nodulares de calcita micrítica. Muy ferruginosa. Todos estos rasgos parecen coordinar con el tratamiento superficial al que se ha sometido la pieza, en este caso pulida.

Pieza 14

Presenta dos zonas muy diferenciadas en cuanto al color, una roja y la otra grisácea oscura, tanto en la parte interna como en la externa.

Zona interna: color rojo-naranja. Poroso y con abundantes cristales micáceos. El MEB señala una textura muy microporosa. apreciándose claramente el empaquetamiento de las arcillas tanto entre sí como con los granos minerales mayores. Sin vitrificación.

Existen otras zonas, de color negro grisáceo, de composición y microporosidad similares a la de la parte roja. El fenómeno más característico es la presencia de numerosas eflorescencias cristalinas blancas en forma de roseta, con unas dimensiones de 10-20 u. Estas agrupaciones están formadas por cristales tabulares o aciculares (1 x8 u) de baritina (Ba SO₄) (lám. IIIb-d).

En la lámina delgada aparece como una microestructura caracterizada por muchas cavidades irregulares. El desgrasante, a base de cuarzo, cuarcita, micasquitos y pizarras, es muy abundante. La fase arcillosa es de color rojo anaranjado, ligeramente birrefringente en los bordes de los granos minerales y en las zonas de predominio de micas. Se observan algunos nodulos de hierro y fragmentos de roca muy ferruginizadas (lám. Ve).

Zona externa: color rojo-naranja. Repite la tónica general de ser más compacta que las zonas internas por una mejor orientación de los minerales arcillosos y no por una vitrificación de la masa.

La zona de color negro grisáceo tiene una configuración y microestructura similar, y presenta algunas eflorescencias blancas muy difusas de CaCO₃ (lám. IIIa).

A través de la lámina delgada se observa su similitud con la zona interna, si bien posee como rasgos diferenciales: 1) ser más compacta, pues en la práctica carece de cavidades; 2) presentar una orientación paralela al borde de los granos del desgrasante; y 3) una fase arcillosa de color más pardo (lám. Vb). Todos estos rasgos parecen tener una relación clara y directa con el tratamiento superficial de pulimento a que la pieza fue sometida en el momento de su fabricación.

Pieza 15

Zona interna: color gris oscuro. Algo compacta, aunque al MEB se aprecia una microporosidad importante entre los empaquetamientos arcillosos y algunas fisuras de retracción. Se observan eflorescencias cristalinas de color blanco, difuminadas en la masa o revistiendo algunas cavidades. Al MEB estas eflorescencias aparecen como agrupaciones cristalinas de dos tipos: a) de CaCO₃, en cristales irregulares de 2-5 u de tamaño, y b) de un mineral en forma de cristales tabulares o aproximadamente aciculares (0.6 x 2 u). conteniendo Sr y en menor proporción Ba (sin SCTj) (lám. IIb).

Con el microscopio óptico se ve como esta zona interna es muy porosa, con cavidades irregulares de mayor tamaño que en las piezas analizadas con anterioridad. El desgrasante es muy abundante, con un predominio de granulos de cuarzo de pequeño tamaño, además de la cuarcita y los micasquistos. en general fuertemente alterados y con síntomas de recarbonatación en todos los casos. La fase arcillosa, de color amarillo pardo, posee zonas birrefringentes alargadas que corresponden a la orientación de los paquetes de arcillas micáceas. Igualmente, se observan algunos fragmentos de calizas primarias y nodulos de calcita secundaria, las cuales, a veces, aparentan tener un origen biológico.

Zona externa: presenta tres áreas bien delimitadas en cuanto al color: a) negro brillante, ligeramente poroso y sin eflorescencias, microestructura microporosa con abundantes grietas de retracción, sin vitrificación: b) rojo brillante, con cristales de cuarzo y mica, sin eflorescencias, mayor microporosidad que en el caso anterior y con abundantes microcavidades. originadas por el empaquetamiento al azar de los componentes, sin vitrificación: c) blanco brillante nacarado, aparentemente más compacto que los anteriores debido, principalmente, a las dimensiones más reducidas de sus componentes, fundamentalmente CaCO₃,. sin vitrificación.

En la lámina delgada se observa un fenómeno ya característico de todas estas piezas, en el sentido de la similitud existente entre la zona externa (lám. VIb) con la interna, si bien se diferencia de ésta en: 1) ser más compacta, no existiendo prácticamente cavidades: 2) presentar un color más rojizo en la fase arcillosa: y 3) poseer una clara orientación longitudinal, tanto de los dominios birrefringentes como de los granos del desgrasante. Rasgos que coordinan con el tipo de tratamiento a que ha sido sometida la superficie de la pieza, siendo en este caso mediante pulimento.

Pieza 18

Zona interna: color gris marrón. Muy poroso, no sólo microporoso sino, también, poros mayores. Abundantes feldespatos. Al MEB. microestructura con abundantes microcavidades y grietas, incluso a aumentos altos. Sin vitrificación (láms. Id y Ha).

En la lámina delgada se observa su microestructura muy porosa, con cavidades heterométricas muy irregulares. Su desgrasante, muy abundante, es igualmente heterométrico. estando constituido por cuarzo, cuarcita, pizarras y micasquistos. en general muy alterados

y donde hay algunos con síntomas de recarbonatación y escasos fragmentos de caliza primaria. La fase arcillosa, de color pardo amarillo, es completamente isótropa. Por último, cabe señalar la presencia de abundantes nodulos de calcita micrítica.

Zona externa: color rojo brillante. Con micas y cuarzos. Aparentemente, algo compacto, pero al MEB se observa una abundante microporosidad por el reducido tamaño de los componentes.

Existen otras áreas, de color negro, con minerales micáceos y una microestructura similar a las áreas rojas. Presenta algunos nodulos blancos de CaCO₃, en esta zona negra. Sin vitrificación (lám. Ic).

Por el microscopio óptico se demuestra su similitud con la zona interna de la pieza, con el pequeño matiz diferenciador de tener un color más rojo en la fase arcillosa (lám. VIIa). Estos rasgos parecen coordinar con el tratamiento a que fue sometida la superficie de la pieza, alisada, cuando su fabricación.

Pieza 20

Zona interna: color pardo amarillento. Muy microporoso. Con microcavidades y cavidades mayores. Cristales micáceos. Eflorescencias blancas muy difusas de CaCO₃, al MEB presentan un aspecto en "panal", debido, probablemente, a un origen biológico de los carbonatos. Sin vitrificación (lám. IIc).

Analizada en el microscopio óptico resulta muy poco porosa y presentando sólo algunas cavidades irregulares (lám. Vid). El desgrasante es relativamente abundante, con cuarzo, micas, micasquitos y. más escasos, feldspatos. La fase arcillosa, de color amarillo, posee una naturaleza micácea, observándose una clara orientación longitudinal de los paquetes micáceos birrefringentes. Igualmente, posee abundantes nodulos de calcita micrítica y de fragmentos de concha.

Zona externa: color gris claro. Con cristales de cuarzo y mica. Ligeramente más compacto que la zona interna por una diferente disposición de los minerales arcillosos. Sin vitrificación.

Por la lámina delgada se detecta que esta zona es similar a la interna, diferenciándose esencialmente en que es más compacta y por adquirir un color más claro en la fase arcillosa (lám. VIc). Todos estos rasgos pueden entenderse en relación directa con el tratamiento pulimentado que ha sufrido la superficie de la pieza en su terminación.

Pieza 28

Zona interna: color gris oscuro. Porosidad muy abundante. Aparentemente, sin vitrificación o. en todo caso muy ligera (lám. IVb).

Analizada en la lámina delgada aparece caracterizada por una gran porosidad, con

cavidades irregulares y algunas fisuras. Su desgrasante, muy abundante, está constituido en gran medida por fragmentos angulosos de gran tamaño, siendo su naturaleza similar a las otras piezas descritas: es decir, cuarzo, cuarcita, pizarras y micasquistos. Posee una fase fina de color amarillo, isotropa, con una composición aparentemente limosa y no arcillosa. Por último, muchos de los nodulos calizos son redondeados y envejecidos (lám. VIIIb).

Zona externa: color pardo amarillento. Con cristales de cuarzo y mica. Ligeramente más compacto que la parte interna. Sin vitrificación. En algunos casos se han detectado unos cristales prismáticos, de sección hexagonal, donde sólo aparece K. en mayor proporción, y Ca, identificándose el mineral como nitrato potásico, salitre o nitrocalita (lám. IVa).

Igualmente, se observan glóbulos de CaCO_3 (100-150 μ) constituidos por cristales irregulares de 5-10 μ de tamaño (lám. IVc-d).

En cuanto a esta zona externa analizada a través del microscopio óptico, resulta más compacta y con una proporción de desgrasante menor que en la zona interna. Su fase fina, de color amarillo claro es ligeramente birrefringente y aparenta ser de naturaleza más calcífica. En su parte externa existe un revestimiento de calcita, con un espesor en torno a las 50 μ que, probablemente, sea resultado de una segregación de ésta hacia el exterior, fenómeno que significaría, en consecuencia, una mayor antigüedad de esta pieza en relación a las otras estudiadas.

En las campañas de 1985 y 1986 se identificaron restos de cerámica "simbólica" que, tanto por sus características técnicas como por la función asignada tradicionalmente a las mismas, discutida por alguno de los autores del presente trabajo (13), se consideró oportuno realizar un análisis previo de un fragmento de uno de los vasos más significativos (fig. 4a) para un estudio comparativo con las otras piezas. Es la muestra número 33.

Pieza 33

Zona interna: de color pardo oscuro, es microporosa y con minerales blancos cristalinos, cuarcita. Al MEB se observa claramente el empaquetamiento bastante denso del material, constituido por arcillas micáceas y granos irregulares de cuarzo. A bajos aumentos el conjunto presenta una cierta estratificación vertical (lám. VIId).

A través de la lámina delgada resulta microporosa, con predominio de cavidades irregulares, algunas de gran tamaño. Con respecto al resto de las piezas, posee una menor proporción de desgrasante, con fragmentos de pequeño tamaño y constituido por cuarzo, cuarcitas, pizarras, micasquistos y algunas calizas biogénicas, siendo su apariencia más característica de conchas. Su fase arcillosa, de color pardo, es muy birrefringente por la presencia de micas orientadas.

(13) MARTIN SOCAS. D. y CAMALICH MASSIEU. M. D.: "La cerámica simbólica y su problemática (Aproximación a través de los materiales de la colección L. Siretf. *Cuad. Preh. Gr.* 7. 1982. pp. 267-306.

Zona externa: de color negro brillante, es muy lisa y compacta, incluso con aumentos altos al MEB (lám. VIIc). Sin embargo, este córtex externo presenta en su interior una ligera microporosidad (en cualquier caso inferior a la de la zona interna), con una constitución similar a la de dicha zona, pero con una disposición anárquica o al azar, por tanto no orientada, de las partículas de arcilla y del desgrasante.

En la lámina delgada aparece muy compacta, con desgrasante de características similares a la de la parte interna, si bien los fragmentos son de menor tamaño. Su fase arcillosa, de color pardo rojizo muy oscuro, es isótropa. Por los rasgos que la definen habría que entenderlos como resultado del tratamiento de pulimentado a que fue sometida la superficie de la pieza en el momento de su fabricación.

COMPOSICIÓN DEL PERFIL DE SUELOS

El estudio global de las numerosas muestras de suelos recogidas en las últimas campañas de excavación, aunque está muy avanzado, no ha podido ser finalizado. No obstante, por el interés de los mismos de cara a un trabajo como el aquí propuesto, vamos a presentar, a modo preliminar, por un lado, la descripción del perfil de los suelos donde se asienta el poblado, tanto desde el punto de vista morfológico, como a través de la lupa binocular, el MEB y la lámina delgada. Por otro lado, la composición mineralógica de algunas muestras procedentes de los silos 1 y 3 por difracción de rayos X (figs. 12 y 13).

Los suelos donde se asienta el poblado proceden, en su mayoría de materiales de arrastre, de ahí que no tenga un desarrollo y extensión uniforme a lo largo de toda la zona ocupada. En general, de la superficie a la base considerada atendiendo a la actuación antrópica sobre los mismos, está formado por un nivel de relleno actual, bajo el que se encuentra un típico horizonte Ap constituido por un sedimento orgánico de ocupación mezclado con un sedimento natural. Le sigue un horizonte de costra caliza, de pequeño espesor y muy irregular en su distribución, hasta el punto que en muchas zonas no aparece. A continuación aparece otro de alteración típico u horizonte BwCa. formado con material de arrastre que se ha sedimentado: es limoso, muy fino y poco compacto. En definitiva, es un clásico horizonte de battage. Le sucede otro caracterizado por un encostramiento calizo muy sólido y duro, que puede aparecer alternándose con zonas de guijarros y arenas, las gravas, cuyo volumen varía de forma acusada de un área a otra, e incluso dentro de un mismo sector. Bajo él. aparece otro horizonte, entre 80 y 100 cms. determinado por piedras grandes, en general entre 3 y 10 cms.. muchas de ellas rodadas y con una cierta carbonatación general. Le sigue un horizonte, entre 100 y 150 cms.. de sedimentación, donde alternan niveles gruesos y niveles de material fino, básicamente cantos rodados. Por último, entre 150 y 190 cms.. aparece otro en avanzado estado de transformación por carbonatación. se trata de un horizonte de alteración u horizonte 2BwCa.

Horizonte Ap

Examinado a la lupa binocular y al MEB aparece constituido por fragmentos de

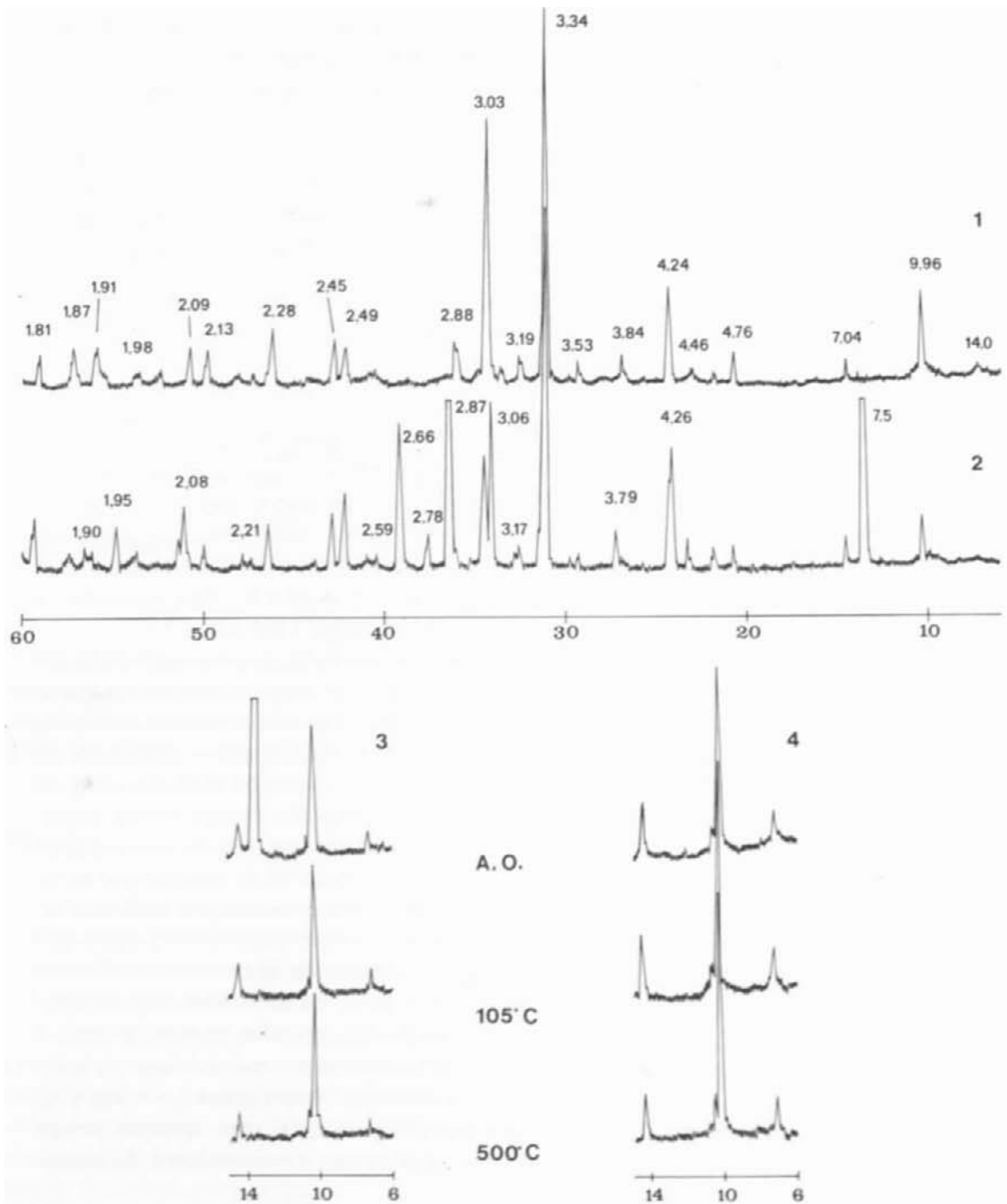


Fig. 12.—Muestras de suelos n.º 22 y 25. Diagramas de difracción de rayos X. Método de Debye-Scherrer y de agregados orientados.

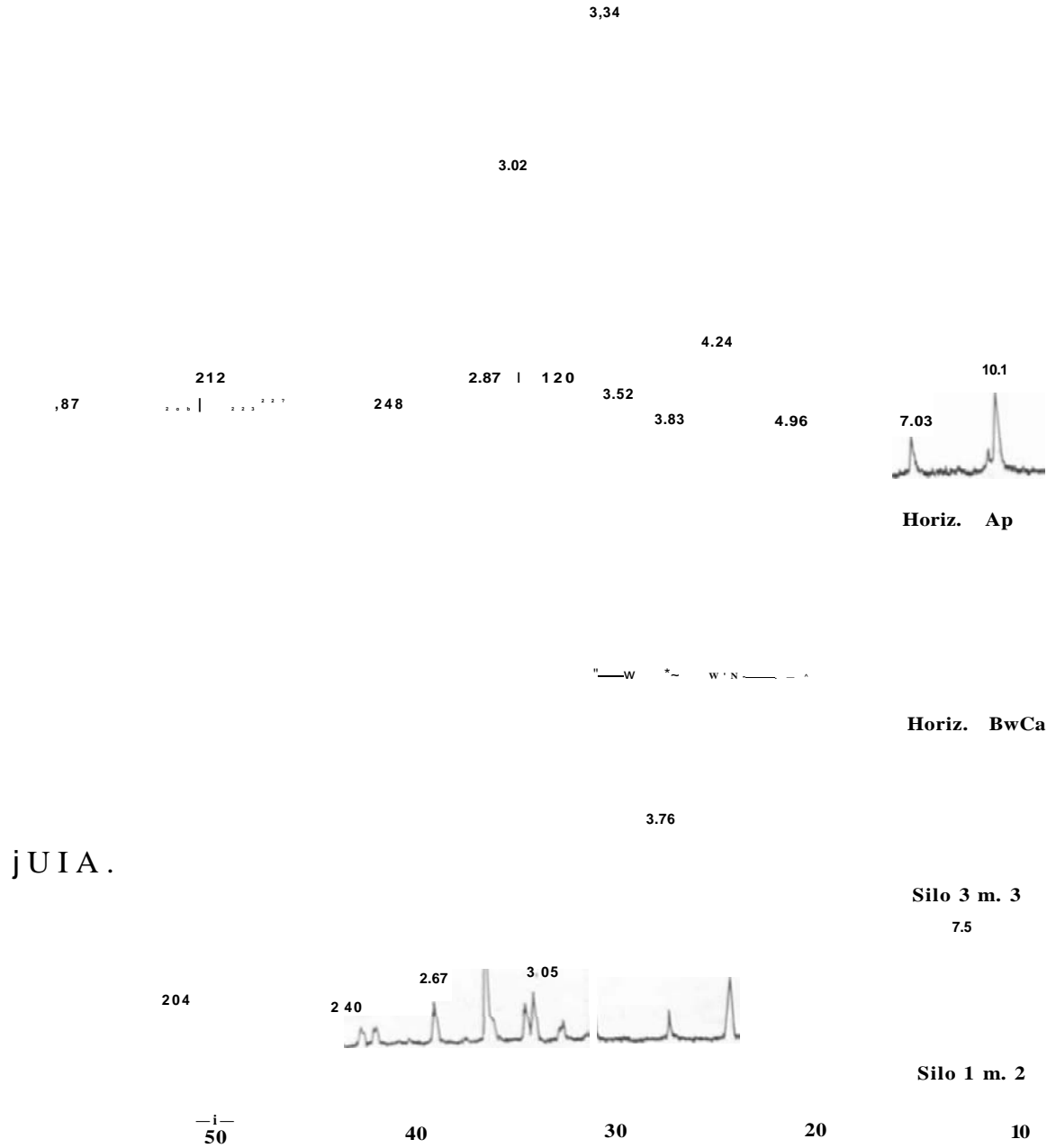


Fig. 13—Muestras de suelos y silos. Diagramas de difracción de rayos X. Método de Debye-Scherrer. La intensidad aplicada a las muestras de suelos es de 10° , mientras las de los silos es de $2 \times V\bar{a}$.

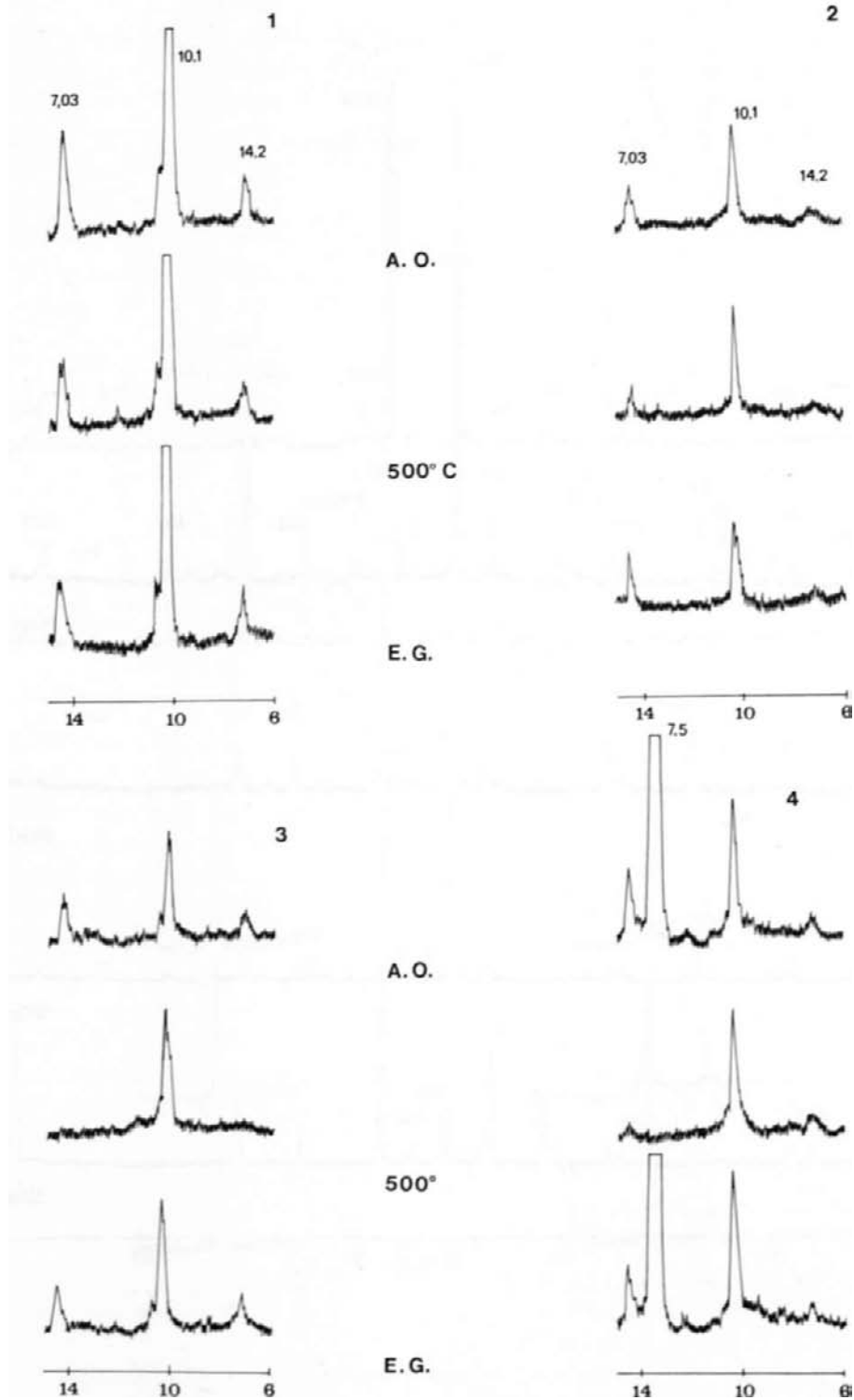


Fig. 14.—Muestras de suelos y silos. Diagramas de agregados orientados.

rocas, de color amarillo y grisáceo, que son cuarcitas alteradas, recubiertas de carbonato calcico y agregados limos arcillosos, muy microporosos y carbonatados. Abundan los residuos y filamentos orgánicos.

En este horizonte superficial se ha observado un fragmento cerámico de color rojo vivo, muy compacto, que al MEB aparece como una masa continua y microporosa, con revestimientos de cristales de calcita en algunas zonas (lám. Villa).

A través de la lámina delgada se caracteriza como un empaquetamiento suelto de pequeños agregados de masa fina y abundantes fragmentos de roca y agregados minerales.

Su microestructura es suelta con predominio de agregados esferoidales. La microporosidad es alta, en forma de huecos de empaquetamiento compuesto y excepcionalmente en cavidades (lám. IXa). Los componentes básicos minerales gruesos son muy abundantes, consistiendo en pequeños cristales de cuarzo y, sobre todo, grandes fragmentos de cuarcita, estando en algunas ocasiones recubiertos por una masa calcífica y en otras totalmente calcitizadas, y cristales grandes de calcita primaria frecuentemente ferruginizados.

La masa fina, de color pardo amarillenta, es muy pulverulenta, de naturaleza arcillo-calcítica. y posee una ligera birrefringencia debido a los microcristales de calcita. Por último, se observan frecuentes nodulos de calcita micrítica, redondeados y envejecidos.

Horizonte BwCa

Examinado a la lupa binocular y al MEB. este horizonte aparece constituido por un empaquetamiento ligeramente compacto de agregados de color blanco amarillento, los cuales son muy microporosos y a su vez. microagregados. con pequeñas agrupaciones de partículas redondeadas y de unos 8-10 μ de diámetro (lám. VIIIb).

En las láminas delgadas se caracteriza por un empaquetamiento suelto de pequeños agregados de masa fina y con abundantes fragmentos de roca, granos minerales y nodulos micríticos, la mayoría de los cuales tienen componentes básicos minerales gruesos en su interior.

La microestructura es ligeramente compacta y presenta un predominio de agregados esferoidales, de menor tamaño que los señalados para el horizonte Ap. Igualmente, posee una acusada inferioridad de la porosidad frente al horizonte anterior, constituida fundamentalmente por huecos de empaquetamiento compuesto y en menor medida, por algunas cavidades y fisuras (lám. IXb).

Los componentes básicos minerales gruesos son similares a los del horizonte Ap, si bien son de menor tamaño y se encuentran en menor proporción. Generalmente aparecen rodeados de calcita micrítica.

La masa fina, carbonatada, es de color amarillo y posee una birrefringencia alta.

Los nodulos micríticos son muy abundantes, con límites muy definidos y englobando siempre a fragmentos de roca y granos minerales (lám. IXc). Igualmente es posible observar la frecuente presencia de fragmentos de concha.

Horizonte entre 48-80 cms. Zona no encostrada izquierda

A través de la lupa binocular y MEB. aparece prácticamente sin tierra fina, observándose sólo algunas acumulaciones muy ricas en calcita. El resto del horizonte es una acumulación de limos, arenas y granos de naturaleza y tamaño muy heterogéneos: cuarcitas, calizas primarias, alguna muy ferruginizadas y rocas clorotizadas de color verde.

En la lámina delgada aparece como un material arenoso, formando un conjunto muy suelto y poroso de fragmentos de roca, granos minerales y agrupaciones de masa fina micrítica (lám. IXd).

Su microestructura es granular simple y en agregados esferoidales. Los componentes básicos minerales gruesos se disponen al azar, situándose entre ellas pequeñas agrupaciones de microagregados esferoidales. En consecuencia, el conjunto es muy poroso, debido fundamentalmente a los grandes huecos de empaquetamiento simple que hay entre los componentes básicos minerales gruesos y, en menor medida, a los huecos de empaquetamiento compuesto entre los microagregados.

Los componentes básicos minerales gruesos son muy abundantes y heterométricos. Si bien predominan aquellos del tamaño arena y algunos granos. Su naturaleza es variada, a base de fragmentos de cuarcita en diferentes grados de alteración, cristales individuales de cuarzo y calcita, donde algunas formas presentan apariencia biogénica.

La masa fina, de color gris, es de naturaleza micrítica. con la birrefringencia típica de los cristalitos de calcita.

Horizonte entre 48-80 cms. Zona no encostrada derecha

Analizada a la lupa binocular y al MEB aparece como numerosos fragmentos de roca, similares a los anteriores y agregados de color blanco amarillento muy carbonatados. Al MEB se comprueba que está formado por microagregados. de 10-15 u. muy compactos y de pequeños cristales de calcita.

En el microscopio óptico se caracteriza por fragmentos de roca y granos minerales inmersos en una masa basal bastante densa (lám. Xa).

Su microestructura es no agregada con cavidades, estando los componentes básicos minerales gruesos incluidos en una masa basal de naturaleza micrítica. La porosidad es menor que en el caso anterior y se debe, exclusivamente, a las pequeñas cavidades irregulares presentes en la masa basal.

Los componentes básicos minerales gruesos son de naturaleza similar a los que aparecen en la parte izquierda, si bien son de menor tamaño, limos, más homométricos y menos abundantes.

Por último, sólo resta señalar que la masa fina de esta zona es similar a la comentada para la izquierda.

Horizonte entre 48-80 cms. Zona encostrada

A la lupa binocular se observan agregados de color blanco farináceo muy duros y encostrados, con granos de cuarzo y fragmentos de calcita. Al MEB aparece formado por pequeños agregados redondeados, de 10-15 μ (lám. VIIIc) constituidos en su mayor parte por carbonato calcico, frecuentemente cristalizados con hábito acicular (Lublinita).

En la lámina delgada se caracteriza por una masa densa de calcita micrítica, donde se encuentran incluidas, a manera de una distribución porfiroesquélica, los componentes básicos minerales gruesos.

La microestructura es no agregada con cavidades irregulares, presentando una microporosidad muy baja.

La naturaleza de los componentes básicos minerales gruesos es similar a los restantes casos de este horizonte. Son muy abundantes y homogéneos en cuanto al tamaño (limos).

La masa fina tiene las mismas características que las señaladas para el resto de este horizonte. En algunas zonas, se observa una individualización en la masa micrítica para formar nodulos.

De estos datos parece deducirse una carbonatación progresiva que afecta a las tres zonas de este horizonte. Igualmente, la individualización de los nodulos, que comienza en la zona encostrada, podría interpretarse como el comienzo de un proceso de formación de la costra nodular.

Horizonte entre 100-150 cms. Nivel fino

Analizado en lámina delgada, se caracteriza por un empaquetamiento suelto de fragmentos de roca, grandes minerales y pequeños agregados de calcita micrítica.

Es muy similar a la zona izquierda del horizonte anterior, si bien los componentes básicos minerales gruesos son de menor tamaño y con ligeras variantes en su naturaleza.

Igualmente, su microestructura es similar a la descrita para el mencionado horizonte, aunque más abierta y porosa (lám. Xb).

Los componentes básicos minerales gruesos son muy abundantes y heterométricos (gravas, arenas y limos), predominando los de tamaño limo y arena fina. Su naturaleza es muy variada, con cuarcitas, generalmente muy alteradas y clorotizadas (lám. Xc) y carbonatadas, pero, sobre todo, con gran cantidad de fragmentos de caliza, a veces biogénica.

En cuanto a la masa fina, es similar a la descrita para la parte izquierda para el horizonte anterior.

Horizonte 2BwCa

En la lupa binocular se observan los agregados de color pardo amarillento, con granos de cuarzo y fragmentos de cuarcita.

Al MEB, aparece formado por un empaquetamiento muy microporoso de microagregados y granos minerales, con abundantes cristales de calcita y arcillas fibrosas.

A través del microscopio óptico, se comprueba como está completamente carbonatado y con mucha menor proporción de componentes básicos minerales gruesos que en los casos anteriores, frente a la masa fina.

Su microestructura es de agregados esferoidales, que en la mayor parte de la lámina se compactan originando una microestructura no agregada con muy pocas cavidades y fisuras. Igualmente, se observa una porosidad muy baja.

Los componente básicos minerales gruesos son relativamente abundantes y de pequeño tamaño, consistiendo, fundamentalmente, en fragmentos de cuarcitas, calizas, cuarzo, micas y pizarras muy alteradas y carbonatadas (lám. Xd).

La masa fina, de color gris oscuro, es ligeramente birrefringente y de naturaleza arcillo micritica.

Por último, resta señalar la presencia de abundantes nodulos y segregaciones ferruginosas.

EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA DE COCCIÓN

Este análisis se ha efectuado en las siete piezas elegidas como representativas y ya señaladas.

Se ha utilizado, fundamentalmente, la difracción de rayos X El sistema se apoya en el proceso de destrucción de minerales y en la aparición de nuevos productos cristalinos, según el nivel de temperatura de cocción alcanzado, como ha demostrado, entre otros, G. Perinet(14).

En nuestro estudio, el sistema ha consistido en comparar los difractogramas de la pieza procedente del yacimiento con los obtenidos después de someterla durante cuatro horas, a temperaturas de 500°. 700°. 800°. 900°. 1.000° y 1.100° C. En todos los casos se ha trabajado con muestra molida en un mortero de ágata.

Veamos cómo evolucionan los componentes cristalinos en función de la temperatura.

Pieza 2 (figs. 7 y 11)

Se analizará independientemente por cuanto es una muestra no carbonatada y poseer yeso en cantidades destacables (tabla 1):

(14) PERINEI". G.: "Contribution des rayons X à l'évaluation de la température de cuisson d'une céramique". *Congres Iniem. de Céramique VII* (Londres 1960). 1960. pp. 371-375. PERINEI". G.: "Les poteries préhistoriques sont-elles des véritables céramiques?". *C R. t. ad. Se. Fr* 251 1961. pp. 3186-3187. FABRE. N. et PERINEI". G.: "Mesure de la dureté de pâtes céramiques calcaires. Application: évaluation de la température de cuisson de céramiques antiques". *Bull. Soc. Fr Céramique* 99. 1973. pp. 39-49 PERINET. G. LAFFONT. R y RJCHARDOT. F: "Contrôle de la cuisson par diffraction des rayes X Application au problème du carton* en tuilerie". *L'industrie céramique* 701. 1976. pp. 863-865. PERINET. G. y COURTOIS. L.: "Evaluation des Temperatures de cuisson de céramiques et de vaisselles blanches néolithiques de Syrie". *BS.PF.* 80. 1983. pp. 157-160.

- A 105° se comprueba como en el agregado orientado desaparecen los efectos principales del yeso a 2.86 Å y 7,5 Å.
- A 500° no se observan lógicamente estos efectos en el polvo desorientado. Por el contrario, aparecen reflexiones a 3.49 Å. 2.84 Å y 2.32 Å. debidas a la anhidrita, forma deshidratada del yeso.
- A 700° hay un ligero aumento de la anhidrita y comienza a observarse una disminución de la reflexión principal de la ilita. alrededor de 10 Å. No obstante, se asiste a un incremento en el efecto a 4.46 Å de este mineral, fenómeno ya citado por G. Perinet(15).
- A 800° continúa disminuyendo el efecto principal de la ilita. mientras la reflexión a 4.46 Å se mantiene aún importante. Se agudiza el efecto a 3.20 Å de anortita y. ligeramente, el 2,69 Å de hematites.
- A 900° el diagrama es similar al anterior, salvo en la disminución de los efectos de la ilita.
- A 1.100° desaparece la reflexión principal de la ilita y sólo quedan trazas del efecto a 4.48 Å. Disminuyen los feldspatos.
- A 1.100° desaparece totalmente los efectos de la ilita. reduciéndose el difractograma a las reflexiones de cuarzo, feldspatos y hematites.

Piezas 13. 15. 18. 20 y 28 (figs. 8, 10 y 11)

Como se observa en la tabla 1. este conjunto de piezas tienen, entre otras particularidades, el común denominador de contener una cantidad elevada y variable de carbonatos. principalmente calcita. La dolomita se identifica en menor proporción en la pieza 28 y. probablemente, en las 20. 18 y 13.

- A 500° no hay modificaciones importantes con relación a la pieza original. Únicamente en la muestra 13. con algo de yeso, desaparecen sus efectos a 2,86 Å y 7.5 Å. y. por el contrario, surge una reflexión a 3.49 Å. probablemente de anhidrita. En todos los casos, el efecto principal de la calcita a 3.03 Å mantiene su intensidad o disminuye ligeramente. El mismo fenómeno ocurre con la dolomita. En el difractograma de la pieza 15 se observa un efecto a 2.69 Å. de hematites, no detectado en la muestra sin tratar.
- A 700° desaparece el efecto a 3.03 Å de la calcita y el de la dolomita en los diagramas de todas las muestras. Como tónica general, disminuye el efecto de la ilita alrededor de 10 Å. frente al refuerzo de su reflexión a 2.40 Å. En la pieza 13, se ve potenciada, también, la reflexión de este mineral a 4.48 Å. No se detecta el efecto de clorita a 14 Å. Únicamente en la muestra 28 se observa un producto de síntesis. Se detecta un efecto muy neto a 2.86 Å. no existente en los diagramas anteriores, y uno más pequeño a 3.07 Å. que puede corresponder a gehlenita. un silicato aluminico-cálcico.
- A 800° continúa disminuyendo la intensidad de reflexiones de ilita. En cuanto a la presencia de nuevas fases cristalinas en los diagramas de las piezas 15. 18 y. especialmente, en la 20. se aprecia un efecto a 2.86 Å que atribuimos a la gehlenita y a 2.99 Å. posible-

(15) PERINET. G.: "Contribution...". *op. cit.*. nota 14.

mente debido a diópsido. Igualmente, en las muestras 13, 15 y 20, se observa un aumento de la intensidad de los efectos a 2.51 Å y 2.69 Å de hematites, mientras en la pieza 28 el efecto a 2.86 Å de este mineral se mantiene aún importante. Debemos señalar, por último, cómo en los diagramas de la pieza 28 los efectos del cuarzo se encuentran muy desplazados, fenómeno que se mantiene hasta temperaturas de 1.100°. donde en la práctica desaparece.

- A 900° el efecto a 10 Å de la ilita es, prácticamente, imperceptible, si bien se mantienen todavía algunas reflexiones secundarias de este mineral, pero a nivel de trazas. En la pieza 13 aparecen, por primera vez, productos de síntesis con efectos a 2.85 Å y 2.99 Å debidos, probablemente, a gehlenita y diópsido. En los diagramas de las muestras 15, 18 y 28, se hace más patente la reflexión a 2.85 Å de gehlenita. En la última de las piezas reseñadas aparece muy neto el efecto a 2.99 Å de diópsido. Con relación a la pieza 20, debemos indicar la existencia de una disminución en el efecto a 2.85 Å de gehlenita y un aumento de las reflexiones a 2.99 Å y a 3.2 Å de diópsido y feldespatos. De una manera general, se observa una mejor diferenciación del efecto de feldespatos, entre 3.20 Å y 3.23 Å, y en aquellos casos donde se apreciaba un doblete, 3.19-3.22 Å, éste se reduce a un solo efecto.
- A 1.000°, y en función de la muestra, tiene lugar una variación positiva o negativa de la intensidad de los efectos de los productos de síntesis. Así, en la pieza 13, la última en presentar nuevas fases cristalinas, aumenta la intensidad de las reflexiones de gehlenita y diópsido. En las 15, 18 y 20, se mantienen intensidades muy similares a las observadas en los diagramas anteriores, mientras en la 28 disminuye el efecto a 2.86 Å de gehlenita, incrementando el 2.99 Å de diópsido. Como tónica general, aumenta la intensidad de la reflexión correspondiente a feldespatos. En las piezas 15 y 18 aparece un pequeño efecto a 4.03 Å atribuido, en principio, a cristobalita.
- A 1.100° los restos de ilita desaparecen totalmente. Los efectos de gehlenita y diópsido sufren diferentes variaciones dependiendo de la muestra. Así, en la pieza 13 se mantienen los dos minerales en proporciones análogas a los diagramas anteriores. En la 18 se conserva el efecto de gehlenita y aparece uno nuevo a 2.97 Å, probablemente de diópsido. En la 20 disminuye la gehlenita y el efecto de diópsido se mantiene, mientras en las núms. 15 y 28, desaparece la gehlenita y permanece el diópsido en esta última. En todos los casos aumenta la reflexión de feldespato. Por el contrario, en algunas piezas disminuye considerablemente el cuarzo y aparece un efecto a 4.03 Å en las muestras núm. 13 y 28, atribuido, probablemente, a cristobalita.

A partir de los diagramas de 700° C. dejó de observarse el efecto de 14 Å de la clorita. No obstante, si tenemos en cuenta que la proporción de este mineral es, en algunos casos, poco importante y como, en ocasiones, los minerales de arcilla no tienen buena orientación en los diagramas de Debye-Scherrer, hemos preferido comprobar la temperatura de destrucción de este material estudiando la variación con la temperatura a través de los agregados orientados.

El agregado orientado de las piezas 13, 15 y 20 se calentó a 600° C. y no se observó variación alguna en los efectos de la ilita y la clorita. A 750° C. desaparece totalmente el efecto a 14 Å de la clorita y disminuye considerablemente el de la ilita, circunstancia que coincide con las observaciones establecidas en el polvo desorientado.

Pieza 14 (fig. 9)

La composición mineralógica de esta pieza es similar a la del grupo anterior, salvo en el contenido de carbonato, más bajo en este caso. Se observa la misma evolución con la temperatura en la ilita y la clorita.

— A 700° C. aparece un efecto muy pequeño a 2.87 Å. que se mantiene hasta 1.000° C. y desaparece a 1.100° C. posiblemente debido a la gehlenita. La reflexión de los feldespatos se mantiene inalterable a lo largo de la secuencia de temperatura, salvo a 1.100° C. donde desaparece.

Los resultados de los tratamientos térmicos a que han sido sometidas las piezas del poblado de Campos, ponen en evidencia la siguiente secuencia de procesos:

A) Una primera fase, de destrucción de constituyentes cristalinos, distinguiendo entre sales y minerales de arcilla.

Sales: El sulfato calcico, yeso, desaparece a temperaturas entre 100-150° C. y los carbonatos, tanto calcico como magnésico, se destruyen en la zona de temperatura comprendida entre 500° y 700° C. si bien se suele indicar que la descarbonatación tiene lugar a 600° C(16).

Minerales de arcilla: Se aprecia como la clorita se destruye a una temperatura alrededor de 700° C. y la ilita es, prácticamente, imperceptible a 900° C.

B) Una segunda fase de síntesis de nuevos productos cristalinos a partir de los elementos liberados de la destrucción de minerales. En este ámbito se han hecho las siguientes observaciones:

1) En las muestras carbonatadas se sintetiza gehlenita, silicato aluminico-cálcico, fundamentalmente a 800° C. No obstante, en una de las piezas se ha adelantado esta recristalización a 700° C. mientras en otra, se ha retrasado a 900° C. En consecuencia, y de una manera general podemos indicar que a partir de esta temperatura se manifiesta, primero, un aumento de la intensidad de las reflexiones de este mineral, y luego, a temperaturas entre 900-1.000° C. el inicio de una reducción, hasta desaparecer a temperaturas en torno a los 1.100° C.

2) En las muestras que, originariamente, presentaban carbonato magnésico, dolomita, a temperaturas entre 800° y 900° C. se produjo una síntesis de diópsido, silicato calcico magnésico. En general, este mineral se encuentra, en principio, en proporciones inferiores a la gehlenita. Así, al disminuir la gehlenita se comprueba un cierto aumento de diópsido. A 1.100° C. temperatura máxima a que hemos sometido las piezas, aún se conservaba este mineral.

3) Como entre 800° y 900° C. comienza a observarse un incremento de feldespatos, probablemente anortita, fenómeno generalizado a 1.000° y a 1.100° C.

4) La aparición, entre 1.000-1.100° C y dependiendo de la pieza, de un efecto a

(16) PERINET. C: "Les poteries...". *op. cit.* nota 14.

4.03 A. debido probablemente a cristobalita, que coincide en términos generales con una degradación del cuarzo.

Por último, resta señalar que la evolución mineralógica determinada con el aumento de temperatura y descrita, corresponde con la señalada por otros autores en función del estudio, también, de piezas carbonatadas (17).

El estudio comparativo de la composición mineralógica del silo núm. 1 (corte 6) y del silo núm. 3 (corte 7) y su relación con un corte natural, aporta datos muy significativos, como se puede ver en las tablas 2 y 3. las cuales reflejan dicha composición mineralógica de los cortes de suelos estudiados (figs. 12. 13 y 14).

A través de ellas se observa como en los minerales de arcilla se identifican ilitas y cloritas en todos los casos. Las primeras, tienen su efecto principal alrededor de 10 Å y no sufren variación en cualquier tratamiento a que sea sometida la muestra. Esta reflexión va acompañada de otras a $4.9 \overset{p}{\text{Å}}$ $4.46 \overset{p}{\text{Å}}$ $3.36 \overset{o}{\text{Å}}$ etc.

Por su parte, el efecto principal de la clorita a 14 Å tampoco sufre modificación alguna al calentar la muestra a 500° C. o al ponerla en contacto con etilenglicol. circunstancias que reflejan la firmeza de la unión entre las unidades estructurales de la arcilla.

Ninguna de las muestras analizadas ha aportado indicios de arcillas expansibles o de arcillas caoliniticas. En algunos difractogramas aparece una reflexión a 7.0 Å que corresponde, también, a la clorita.

En cuanto a los restantes productos cristalinos. hemos de señalar la presencia de cuarzo (3.34 Å. 4.26 Å. 1.81 Å. 2.45 Å. etc.). calcita (3.03 Å. 2.49 Å. 2.28 Å. 2.09 Å. etc.). yeso (observado bajo dos formas, como ya se ha indicado, a saber, con efecto principal a 2.87 Å y a 7.56 Å). y feldespatos.

Analizado desde un punto de vista superficial, se obtiene la impresión de que la composición mineralógica de los silos 1 y 3 es similar. Sin embargo, al realizar un estudio comparativo más detenido, se comprueba como hay diferencias significativas, reflejadas en las figuras 12 y 14. Estas son:

- 1) El corte del silo núm. 3 tiene una proporción de calcita mucho más elevada que la correspondiente al del silo núm. 1. En una de las muestras, el difractograma se reduce a los efectos de este mineral.
- 2) Por el contrario, en el silo núm. 1 se observa un considerable aumento de la proporción de yeso, frente al identificado en el silo núm. 3.
- 3) Las discrepancias entre ambos no se reducen al nivel cualitativo, pues también hay diferencias en el tipo de yeso. Así. en el silo núm. 1. en todos los casos se trata de sulfato **calcico** hidratado con su reflexión principal a 7.56 Å. mientras que ésta no aparece en el silo núm. 3 y el efecto principal se encuentra a 2.87 Å.
- 4) Al analizar el perfil comparado de suelo no antropizado con las muestras de los silos, se comprueba como el núm. 3 posee una composición mineralógica de mayor similitud que el núm. 1 (figs. 13 y 14).

(17) PERINET. C: "Contribution...". *op. cil.* nota 14.

- 5) Por último, dado que la composición base del silo es análoga a la del suelo natural, parece lógico pensar que éste ha tenido un recubrimiento de sus paredes con material rico en yeso.

Este fenómeno, de ratificarse cuando finalicen los análisis en curso del silo núm. 1, tendría una gran importancia para la interpretación final de su funcionalidad. Habría que considerarlo como una clara expresión del acondicionamiento de su estructura y orientado fundamentalmente a lograr los requisitos más adecuados para el almacenamiento y conservación de los productos alimenticios. Y entre éstos, cabría señalar como preferentes a los agrícolas, en general muy sensibles a la humedad.

En consecuencia, explicaría las razones por las que este silo ha sido el único de los excavados donde se identifica gran cantidad de semillas que, por otro lado, aparecen en muy buen estado de conservación.

Además de estudiar la composición mineralógica de las piezas y contrastar sus resultados con los obtenidos en los análisis de las muestras de suelos recogidas en el yacimiento, se ha intentado evaluar la temperatura de cocción a que fueron sometidas, como hemos expuesto con anterioridad.

En el primer caso, de la composición mineralógica de las piezas, se comprobó como la mayoría presentaban la misma composición de los suelos, especialmente con los procedentes del área occidental del poblado, atribuyéndose las diferencias observadas en calcita, yeso y hematites que éstos tienen con respecto a la muestra del área oriental, a efectos del calentamiento a que se han visto sometidas las piezas. Por tanto, podría deducirse que su fabricación fue realizada en el poblado y utilizándose la materia prima local.

En la evaluación de las temperaturas de cocción había una circunstancia a tener muy presente en el momento de interpretar los resultados ante el peligro de llegar a conclusiones erróneas. El problema radicaba en que al estar trabajando con piezas prehistóricas, las cuales habían estado enterradas durante mucho tiempo, existía la posibilidad que éstas pudieran haber sido afectadas por los propios procesos edáficos.

Sin embargo, en ninguna de las muestras carbonatadas se observó indicios de la presencia de productos de síntesis. En consecuencia, podemos afirmar que la cocción ha tenido lugar a temperaturas inferiores a los 800° C. Pero es más, la destrucción del carbonato a 700° C. fenómeno comprobado en todas las piezas, nos permite determinar que en la cocción de las mismas no se llegó a alcanzar esta temperatura.

Atendiendo a la antigüedad de esta cerámica, se podría pensar que la presencia del carbonato sería resultado de una recarbonatación posterior de la misma. No obstante, hay suficientes elementos de juicio para rechazar esta hipótesis, como son entre otros, la ubicación del yacimiento, la composición de los suelos, el porcentaje de carbonato, las dimensiones de los cristales o la ausencia de vitrificación.

El yacimiento se encuentra en la cuenca mediterránea, zona caracterizada por suelos de alto contenido de carbonatos y presentes bajo formas muy variadas, como pseudomicelios, concreciones, costras calizas, etc. Recordemos que la formación de las dalas, frecuentes en esta zona, exige, también, una gran antigüedad.

A esta realidad se ha de añadir que los suelos analizados de Campos, como ya se ha señalado, tienen la misma composición que la mayoría de las muestras cerámicas estudiadas.

Por otro lado, en la tabla 1 se observa, también, como muchas de las piezas tienen el mayor porcentaje de carbonato cálcico en su interior, fenómeno que puede avalar el origen carbonatado del material utilizado para la fabricación de las mismas.

Además, atendiendo a las diferencias establecidas por G. Perinet y L. Courtois (18), en base al tamaño del cristal, entre calcita de recarbonatación, muy pequeño, y el detrítico o de cristalización secundaria, con cristales más gruesos, se ha efectuado un detenido estudio de la calcita mediante microscopía electrónica de barrido. El resultado ha sido el de comprobar como en todas las piezas estudiadas, el carbonato cálcico se presenta en cristales muy gruesos, generalmente superiores a 3 u. de donde se concluye claramente que la temperatura de cocción ha sido inferior a los 700° C.

Igualmente, la ausencia de vitrificación en las muestras analizadas es indicativa, también, de haber sido sometidas a temperaturas inferiores a los 800° C (19).

Esta realidad, de que las piezas han sido sometidas a bajas temperaturas, viene ratificada por la presencia de cantidades importantes de ilita y clorita.

Ante estos datos, se puede establecer con carácter general que la cerámica de Campos no estuvo sometida a temperaturas superiores a los 700° C. Ahora bien, cualquier intento por conseguir una mayor precisión del nivel térmico alcanzado plantea problemas, al no haber sido identificadas arcillas de tipo 1/1 en ninguna de las piezas analizadas. Este fenómeno sólo puede entenderse desde dos realidades bien diferentes: 1) que los recipientes fueran sometidos a una temperatura de cocción de 500° C. suficiente para originar la destrucción de esas arcillas, por tanto, las piezas habrían sido cocidas a temperaturas entre los 500° y 700° C; 2) como resultado de la inexistencia de arcillas de este tipo en la materia prima utilizada para la fabricación de la cerámica.

Esta segunda hipótesis parece ser la más aceptable, pues en ninguno de los suelos analizados del yacimiento ha sido posible observar la presencia de arcillas 1/1.

Un problema diferente lo representa la pieza núm. 2. no carbonatada, y donde se ha detectado yeso en abundancia, como reflejan la tabla 1 y los gráficos de las figuras 7 y 11. La presencia de ilita y la ausencia de vitrificación son, en principio, indicativos de la imposibilidad de que la pieza fuera sometida a temperaturas de 800°-900° C.

Ahora bien, si tenemos en cuenta que el yeso se transforma a una temperatura de 105°-150° C. se podría precisar que este recipiente no ha podido estar en modo alguno sometido a temperaturas superiores a las referidas. No obstante, de esta deducción se desprenden una serie de problemas que no son fáciles de resolver con los análisis disponibles en estos momentos. Entre éstos, cabe señalar, por un lado, el de determinar si la presencia de yeso es resultado de la hidratación de la anhidrita, fenómeno poco probable ante los resultados obtenidos en las pruebas a las que se sometió la muestra en el laboratorio. Por otro lado, estaría el precisar si el yeso es parte constituyente del material original empleado en la fabri-

(18) PERINET. G y COURTOIS. L.: "Evaluation.*op cu.*, nota 14

(19) TI TE. M. S. y MAN I ATI S. Y.: "Examination..." *op. efe*, nota 9.

cación de la pieza o, por el contrario, se debe a una contaminación posterior. En este sentido, es importante señalar la presencia del mismo entre los componentes de los suelos estudiados del yacimiento y como en algunos casos adquiere proporciones acusadas, especialmente en el nivel de base, donde, además, fue identificada esta pieza o en las muestras procedentes del recubrimiento de las paredes del silo núm. 1.

Resultado de todas estas observaciones es el poder comprobar como la cerámica de Campos, salvo en el caso de la mencionada pieza núm. 2. fue sometida a temperaturas inferiores a 700° C. intensidad térmica muy similar a la establecida en muchos otros yacimientos (20). Por tanto, no puede aceptarse la generalización planteada por D. F. Williams de que la mayoría de las cerámicas antiguas han sido sometidas a temperaturas superiores a la de referencia (21). ni, tampoco, la de G. Camps. cuando establece como parámetro general de cocción de la cerámica prehistórica la temperatura de 600°-800° C (22). pues hay muchos ejemplos, en contextos geográficos y culturales diferentes, que lo contradicen (23).

Un fenómeno relacionado tradicionalmente con la cocción es el de las coloraciones de las superficies de los vasos (24). pues de ellas se intentan determinar el tipo de fuego u horneado durante este proceso y así se señala la presencia de un fuego oxidante o reductor, problema ya cuestionado con anterioridad (25). y que se ve confirmado en Campos. Aquí, la notable variación de color experimentada por las muestras al someterlas a diferentes temperaturas, véase la tabla núm. 4. es igualmente un índice del bajo grado de cocción. Así se observa la diferencia de uno o dos hues entre la pieza original y la calentada a 700° C. variación que, en algunas muestras, se establece incluso con las calentadas a 500° C. Conviene señalar en estos momentos un dato curioso, de cómo las piezas núm. 14 y 15. en las cuales no se identificaron inicialmente minerales de hierro, son las que han alcanzado, a 1.000° C. el color rojo más intenso.

En consecuencia, se confirma la hipótesis de que la coloración tiene escasa relación con el tipo de fuego u horneado y estaría más en función de la composición mineralógica de la cerámica y de la temperatura de cocción alcanzada.

Los elementos básicos y esenciales para determinar el sentido real de esta cerámica serían la composición mineralógica, la taxonomía, el tratamiento y, por último, la temperatura de cocción. Ahora bien, atendiendo al carácter fragmentario de los restos y la uniformidad presente en la cocción de las piezas de Campos, nos vemos obligados a limitarnos o centrarnos en los dos restantes.

Aunque por los análisis mineralógicos se puede establecer una dualidad entre las cerámicas con arcillas ilíticas y las conformadas por una mezcla de ilita y clorita. no es posible

(20) FABRE, N. y PERINET, G.: "Mesure...", *op. cit.*, nota 14. p. 47.

(21) WILLIAMS, D. F.: "Ceramic petrology and the archaeologist", en M. Millets (edit.): *Pottery and the archaeologist*. Institute of Archaeology. Occasional Publication num. 4. Londres. 1979. p. 74.

(22) CAMPS, G.: *Manuel de Recherche Préhistorique*. Paris. 1979. pp. 205-207.

(23) TITE, M. S.: "Determination of the firing temperature of ancient ceramics by measurement of thermal expansion: a reassessment". *Archaeometry* 11. 1969. pp. 131-143.

(24) Entre otros autores: LLANOS, A y VEGAS, J. L.: "Ensayo de un método para el estudio y clasificación tipológica de la cerámica". *Est. Arq. Alav.* 6. 1974. pp. 296-299. CAMPS, G.: *Manuel... op. cit.*, nota 22.

(25) PERINET, G. y COURTOIS, L.: "Evaluation..." *op. cit.*, nota 14.

deducir una relación directa y general entre ellas y los dos grupos señalados atendiendo a los tratamientos, pues hay claras interferencias entre las mismas. Sin embargo, al individualizar ambos sectores pieza por pieza, se comprueba la presencia de un pequeño grupo cerámico característico, formado por algunos ejemplares donde coordinan un buen tratamiento con su composición a base de ilita y clorita. Esta asociación parece tener, por el momento, su mejor conexión y paralelismo, incluso a nivel morfológico, en la cuenca media y alta del río Almanzora. y más concretamente con la zona de Purchena. según los resultados de los análisis que disponemos (26). Estas relaciones están siendo ratificadas por estudios, planteados desde otra perspectiva, en yacimientos del Alto Almanzora (27).

Por tanto, el análisis preliminar del conjunto cerámico de Campos, desde sus diferentes aspectos, confirmaría la hipótesis ya expuesta de la posible existencia en este poblado de tradiciones o influencias alfareras distintas.

Esta visión coordinaría en gran medida con la interpretación existente hasta el momento de la documentación de este poblado (28). Campos alcanzaría su mayor desarrollo durante el período Millares I y sería representativo del movimiento de expansión económico, tecnológico y cultural que, partiendo de una serie de núcleos con localización geográfica estratégica, donde confluyen sustratos divergentes, se extenderá por toda la región del Sudeste. Algunos de estos centros se irán transformando paulatinamente en grandes núcleos de habitación fortificados con distintas líneas defensivas, como ocurre, entre otros, en Los Millares. Tabernas o Almizaraque. Este movimiento se concentra, de acuerdo al estado actual de la investigación, en torno a las cuencas de los ríos, siendo los mejores ejemplos conocidos las del Almanzora y el Andarax. De estos grandes núcleos van a depender otros más pequeños, como eslabones intermedios, dependientes o subsidiarios, tales como El Malagón. Campos o Zájara.

Dada la complejidad que este proceso tiene desde sus inicios, no se puede entender claramente su desarrollo y expansión si lo consideramos resultado de un fenómeno exclusivo. En efecto, atendiendo a las características de los asentamientos de la zona, se puede determinar la existencia de situaciones bien diferentes entre ellos. Así. unos parecen tener un origen claramente vinculado a la prospección y explotación metalúrgica, otros a la explotación agrícola y pastoril, mientras otro grupo había de tener una función eminentemente de control y defensa del territorio.

En Campos la actividad económica más importante parece haber sido de carácter agri-

(26) MARTIN SOCAS. D. CAMALICH MASSIEU. M. D.. TEJEDOR SALGUERO. M. L y RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ. A.: "Mineralógica! composition and evaluation of firing temperatures of the Purchena Pottery (Almería. Spain)". Comunicación presentada al XXI' *International Symposium on Archaeometry* (Atenas 1986) (en prensa).

(27) MARTÍNEZ FERNANDEZ. G. y SAEZ PÉREZ. L.: "La Edad del Cobre en el Alto Almanzora. La Loma de los Cortijillos (Serón. Almería)". *Citad Preh Gr.* 9. 1984. pp. 115-130.

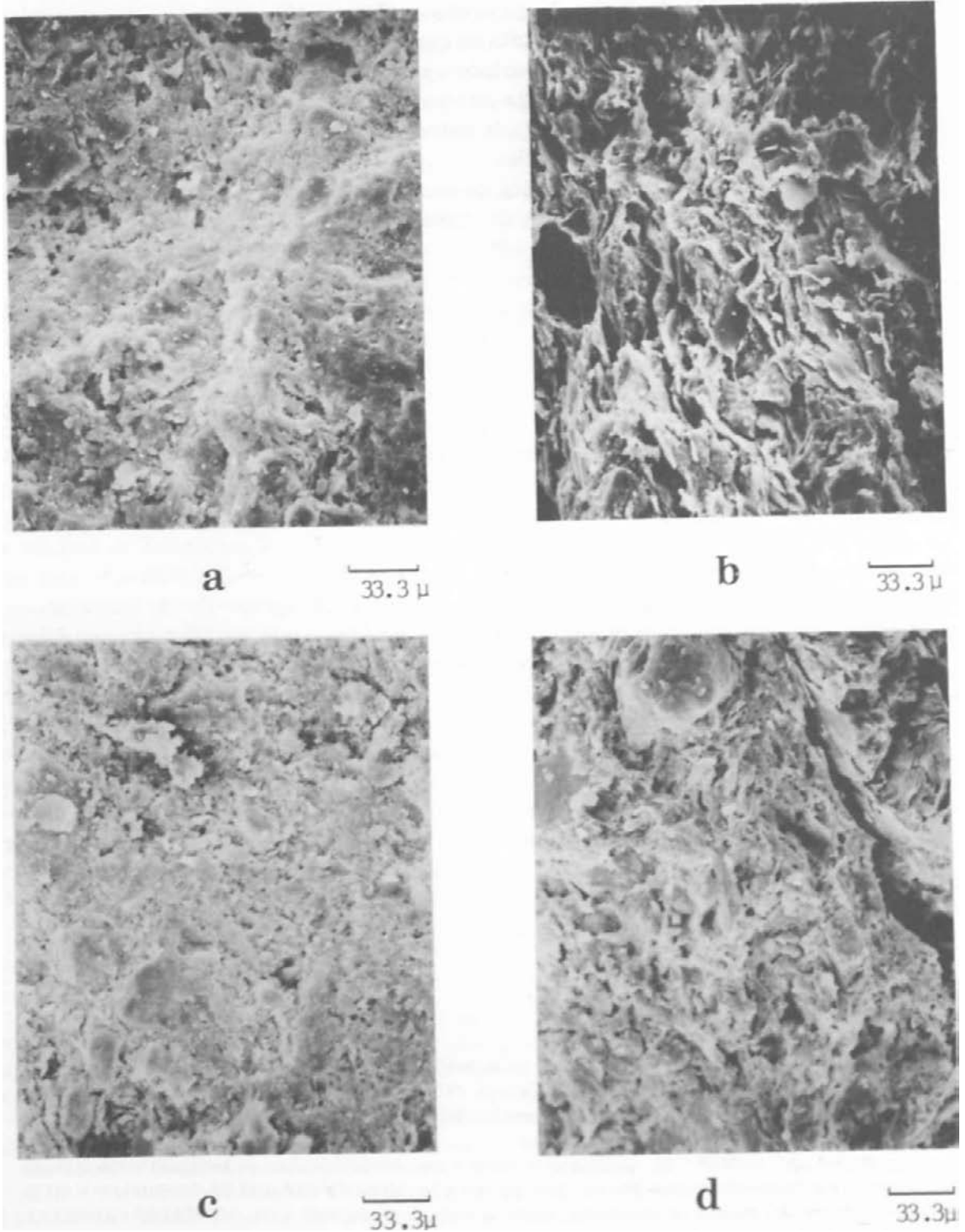
(28) MARTIN SOCAS. D. y CAMALICH MASSIEU. M • D. "Las excavaciones.-", *op. citu nota 2.* MARTIN SOCAS. D. CAMALICH MASSIEU. M.' D. GONZÁLEZ QUINTERO. P.. MENESES FERNANDEZ. M.' D. y MEDEROS MARTIN. A.: "El poblado de Campos (Cuevas del Almanzora. Almena). Resultado de las campañas de excavación de 1985 y 1986". Comunicación presentada en las *Jornadas Arqueológicas de Torres Vedras* (en prensa).

cola y ganadero, y, al igual que en Tres Cabezos y Zájara, Almizaraque va a marcar de forma acusada su desarrollo, hasta el punto de que muchas de sus manifestaciones se pueden considerar reflejo de las del citado poblado o núcleo principal de la zona. Esta influencia se observará, fundamentalmente, en la cerámica —perceptible, también, en algunos de los materiales de El Malagón (29)—. y en la industria ósea, que en Almizaraque adquiere una personalidad singular y característica.

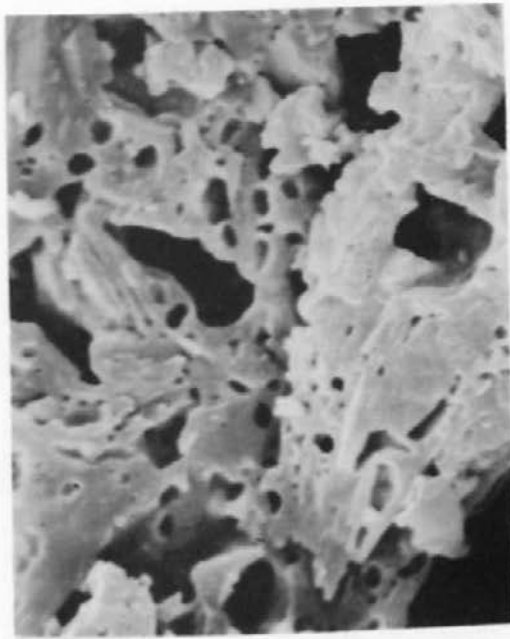
Este proceso tendría lugar, si tenemos en cuenta las dataciones absolutas publicadas hasta el momento (30). desde mediados del tercer milenio.

(29) ARRIBAS A. MOLINA. F TORRE. F. de la. NAJERA. T. y SAEZ. L.: "El poblado Eneolítico de El Malagón de Cúllar-Baza (Granada)". *CHA*. XIV (Vitoria 1975). 1977. pp. 319-324. ARRIBAS. A.. MOLINA. F.. TORRE F de la NAJERA. T. y SAEZ. L.: "El poblado de la Edad del Cobre de El Malagón (Cúllar-Baza. Granada)". *Cuad. Preh. Gr.* 3. 1978. pp. 67-116.

(30) ALMAGRO GORBEA. M.: *Catálogo de valimientos arqueológicos con dotación mediante C-14 de la Península Ibérica e Nos Balear-, v Canarias*. Madrid. 1978. pp. 3-6 a 3-8. MOLINA GONZÁLEZ. F. y ROLDAN HERVAS. J. M.: *Historia de Granada De las primeras cultums al Islam*. Granada. 1983. p. 71. GONZALEZ-GOMEZ. C. SANCHEZ-SANCHEZ. P. y VILLAFRANCA-SANCHEZ. E.: "University of Granada Radiocarbon Dates III". *Radiocarbon* 28. 1986. p. 1202.



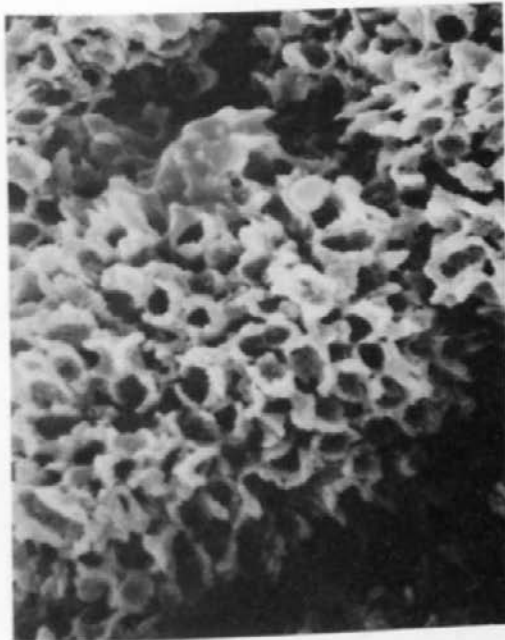
Lim I - MEB Pieza n* 2. zona externa (a) e interna (b) Pieza n.* 18. zona externa negra (c) e interna (d).



a $\overline{1.6 \mu}$



b $\overline{2.2 \mu}$

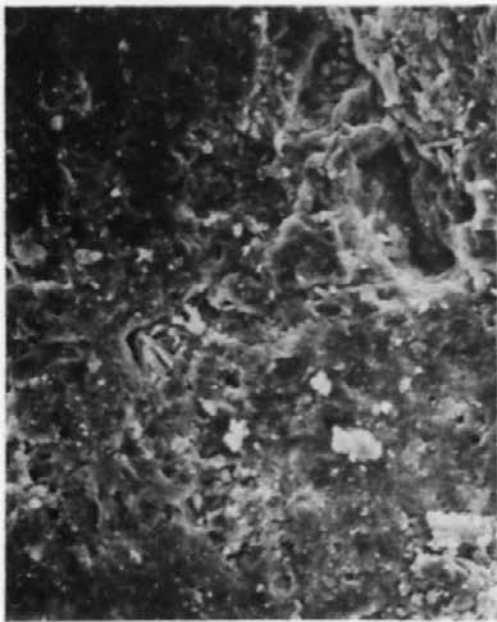


c $\overline{1.7 \mu}$



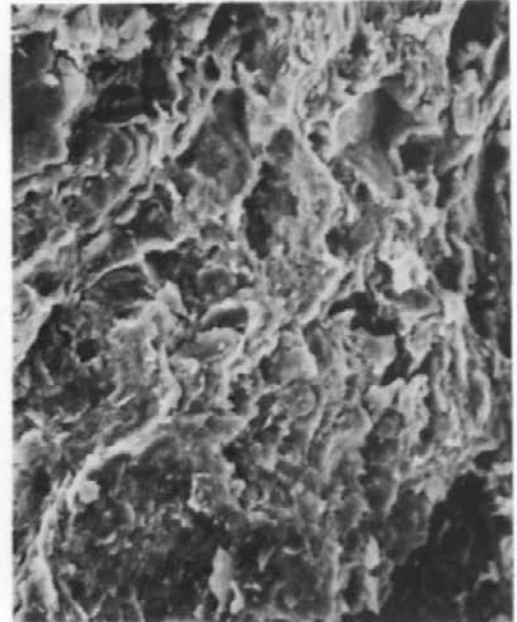
d $\overline{3.3 \mu}$

Lám. II.—MEB. Pieza n.º 18, zona interna, detalle (a). Pieza n.º 15, zona interna, carbonatos (b). Pieza n.º 20, zona interna, forma de carbonatos (c). Pieza n.º 13, zona interna, carbonatos (d).



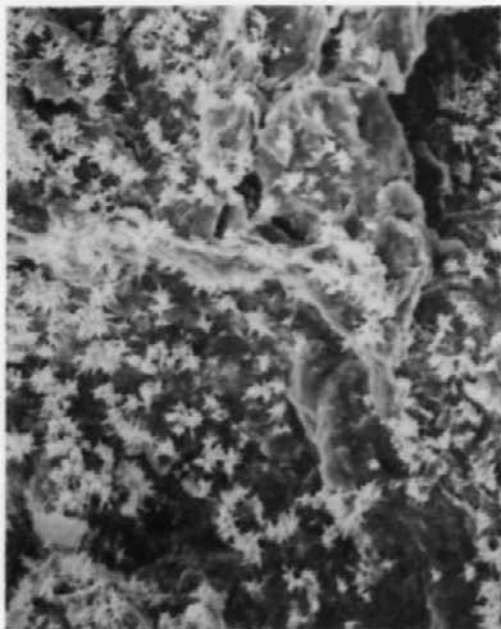
a

33.3 μ



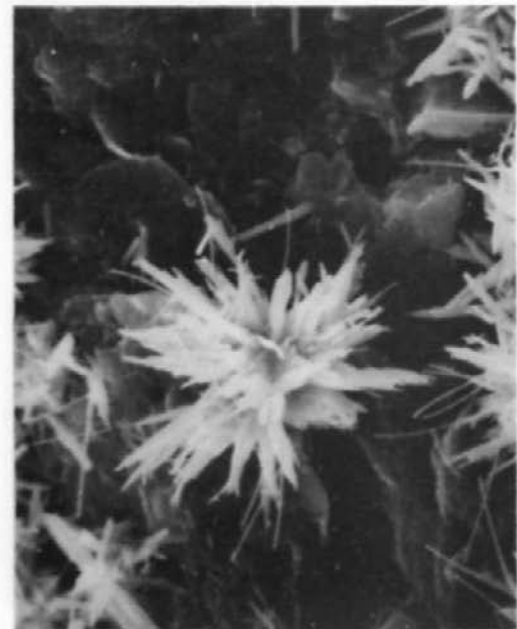
b

33.3 μ



c

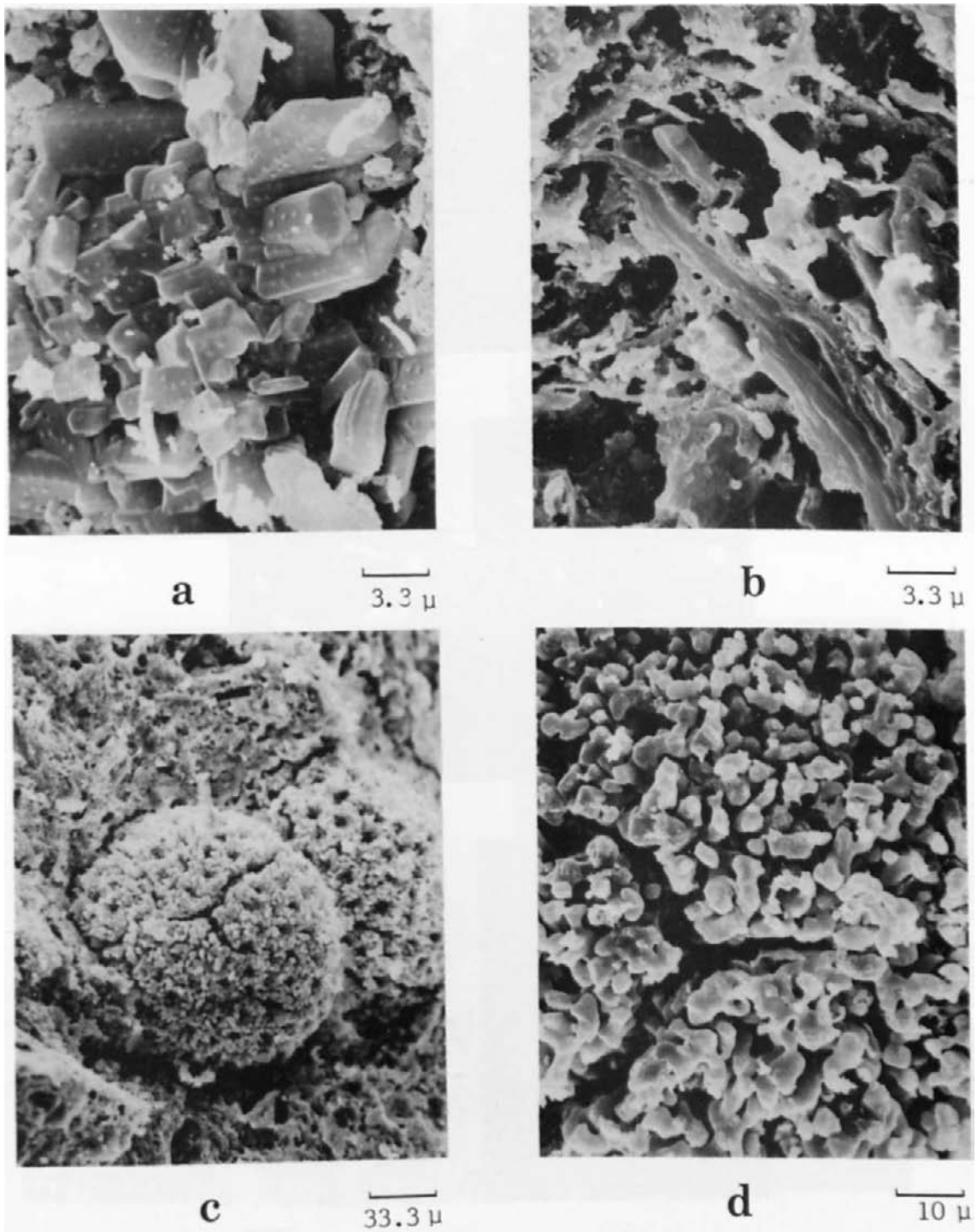
33.3 μ



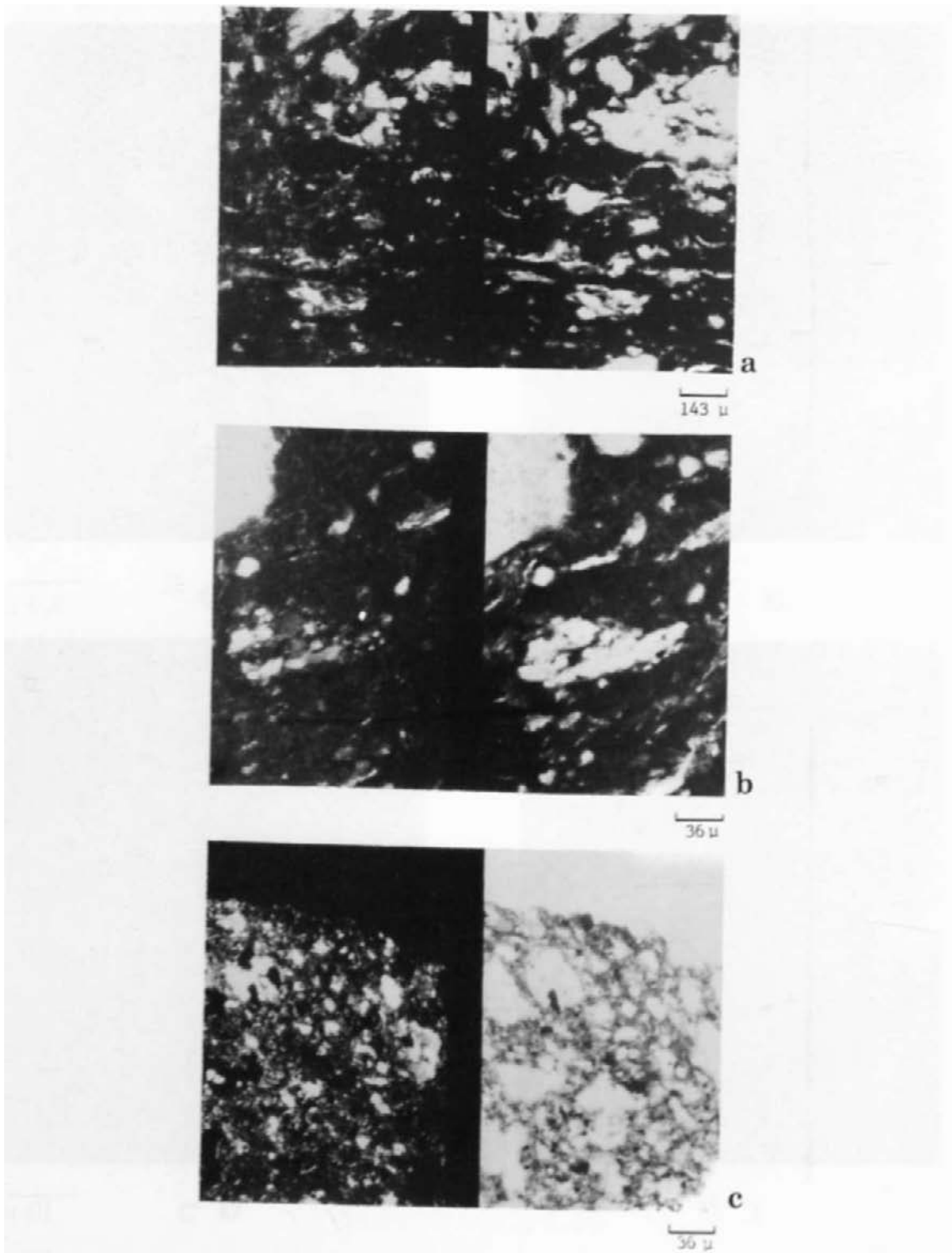
d

4 μ

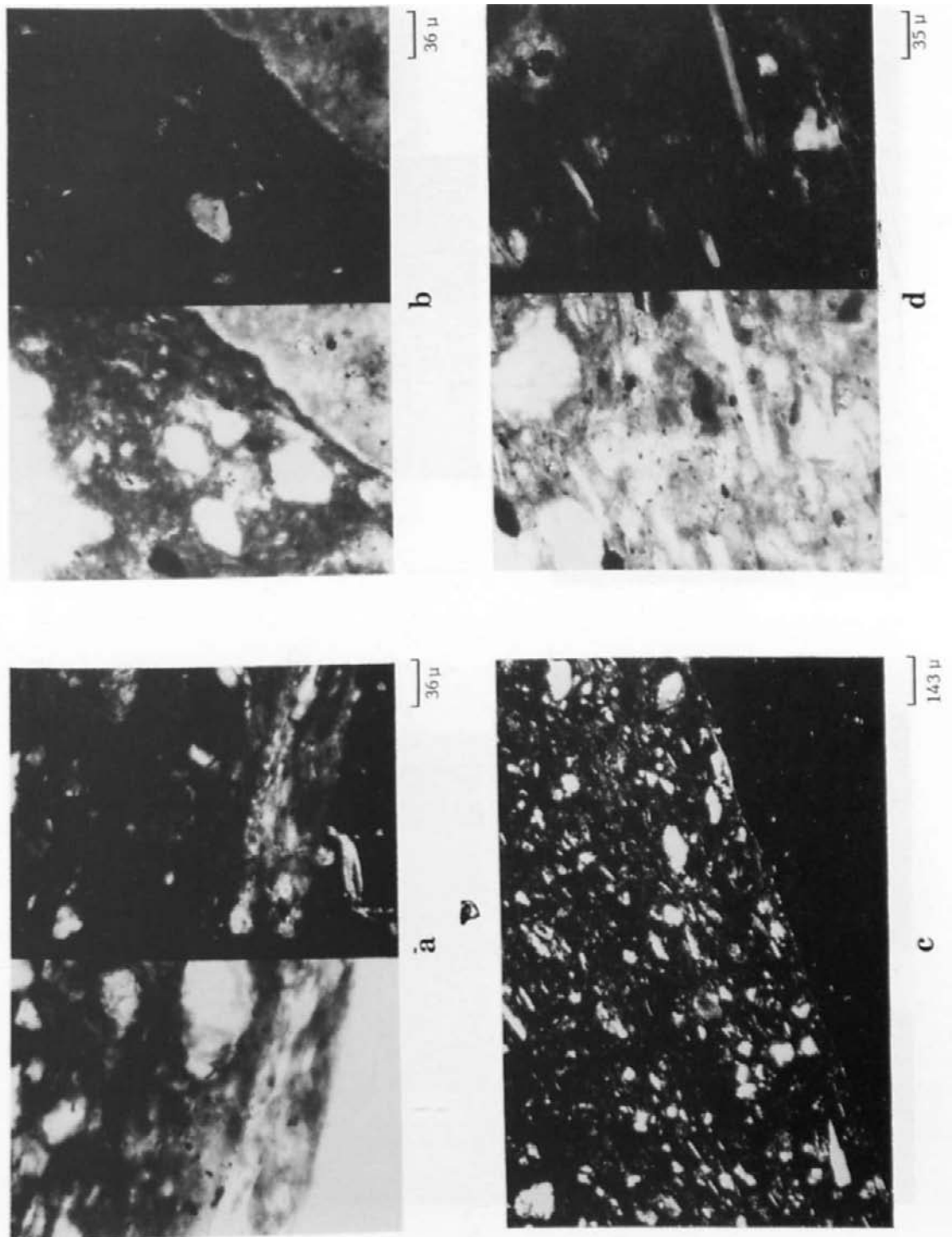
Lám. III.—MEB. Pieza n.º 14. Zona externa negra (a). Zona interna negra (b). Zona interna negra, cristales de Baritina (c). Zona interna negra, agrupación de cristales de Baritina de roseta (d).



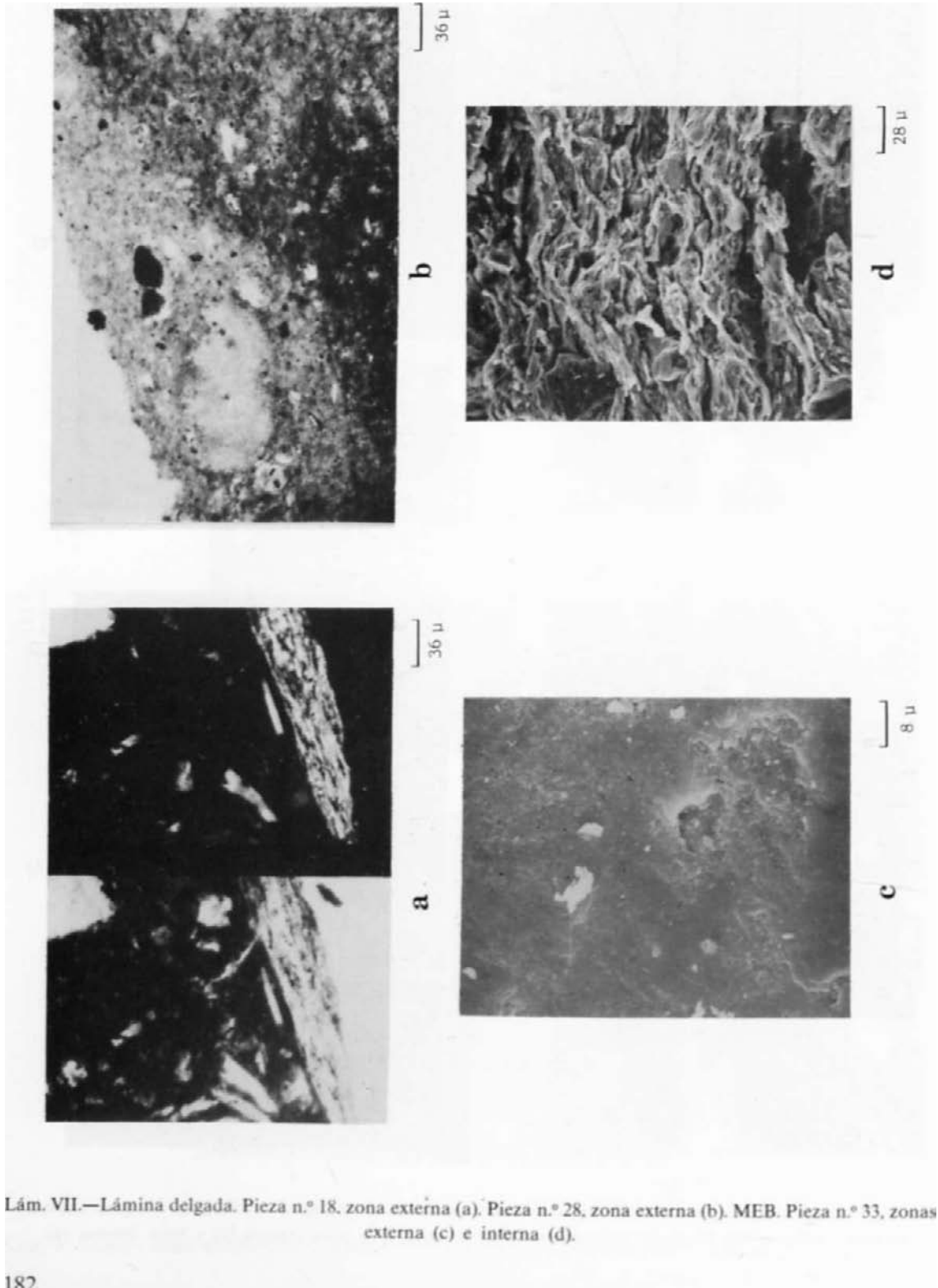
Lám. IV.—MEB. Pieza n.º 28. Zona externa, cristales con Potasio y Calcio (a). Zona interna, detalle (b). Zona externa, glóbulos de CO_3Ca (c). Zona externa, detalle de los glóbulos de carbonato (d).



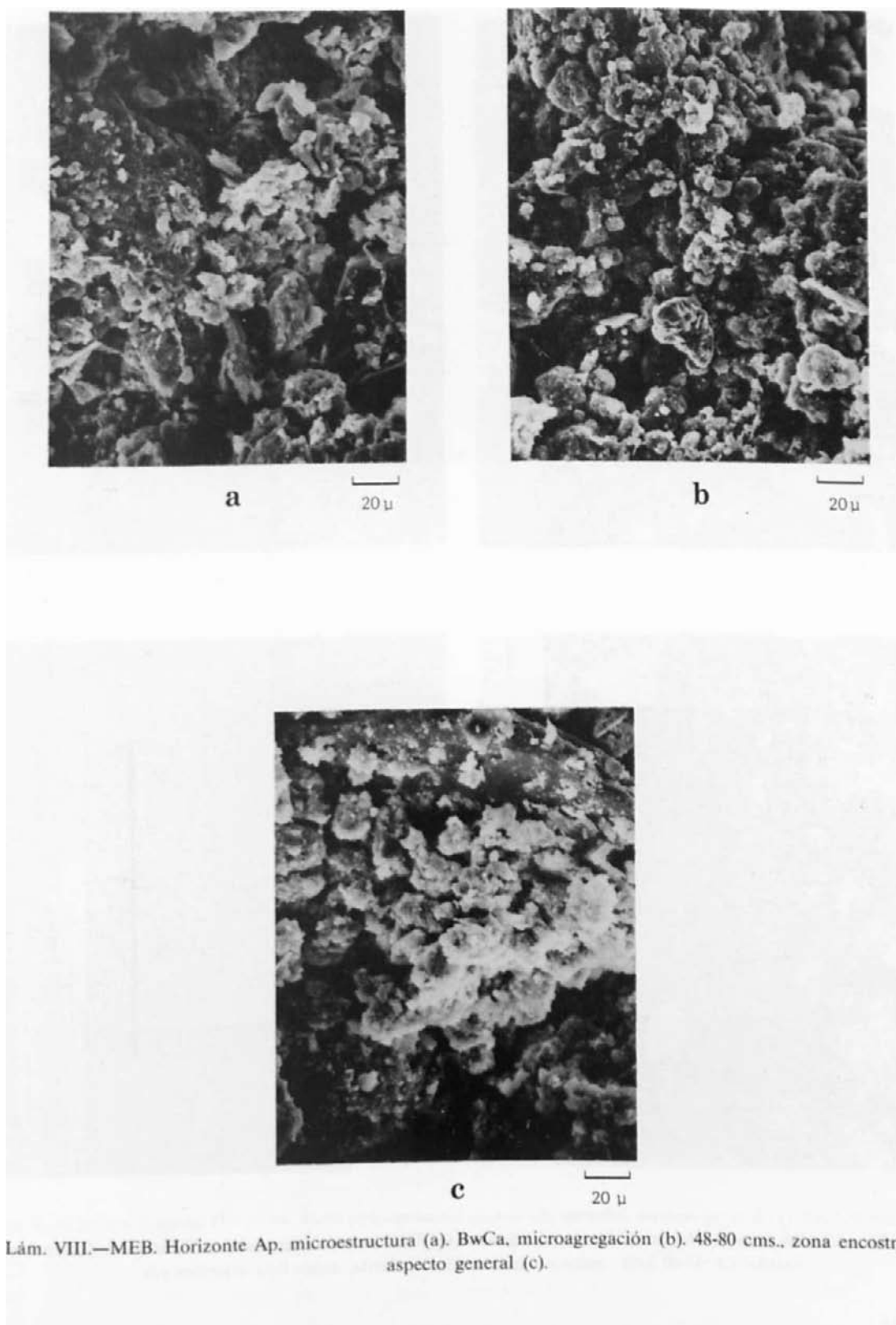
Lám. V. Lámina delgada. Pieza n.º 2, zona externa (a). Pieza n.º 14, zona externa roja (b) y zona interna (c)



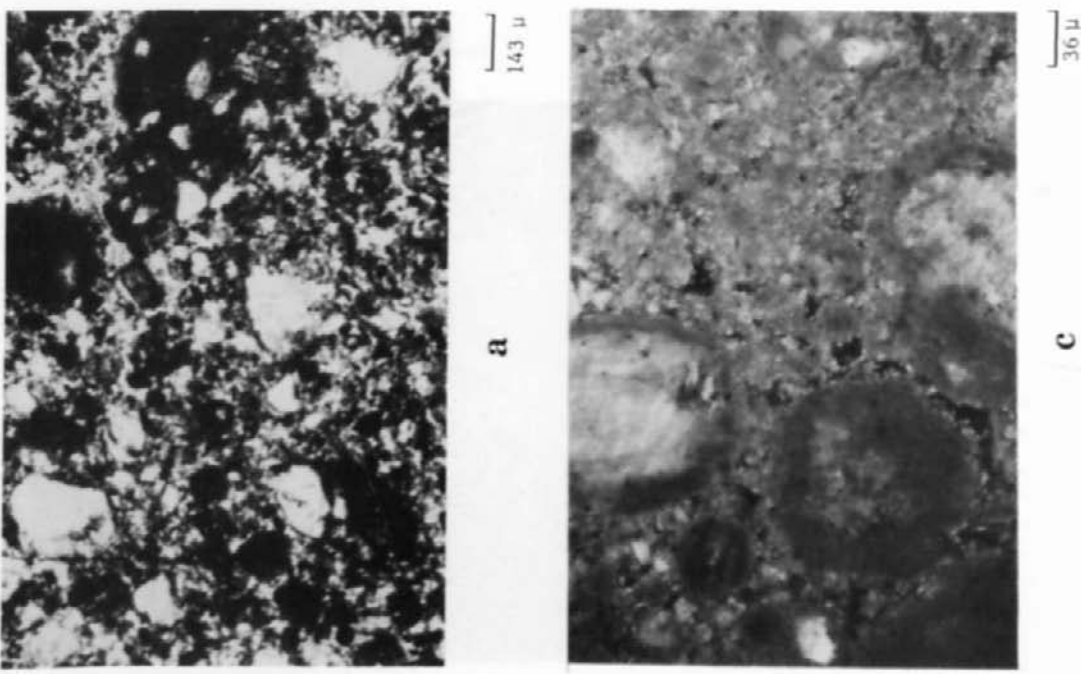
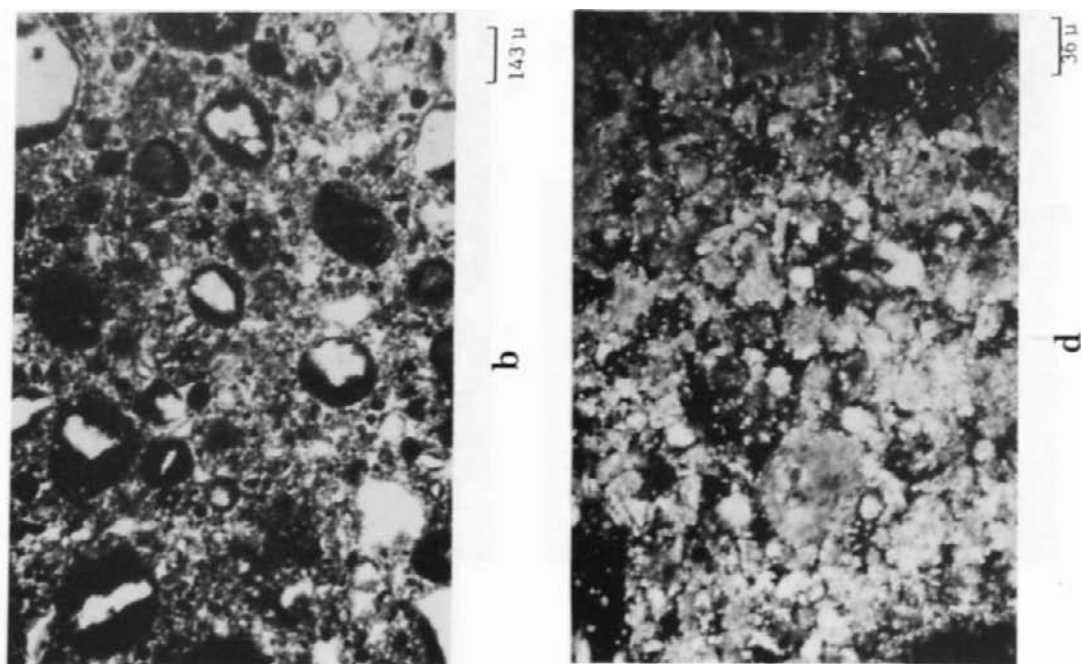
Lám. VI.—Lámina delgada. Pieza n.º 13, contacto entre la pasta y la zona externa (a). Pieza n.º 15, zona externa y nódulos micríticos (b). Pieza n.º 20, contacto entre la pasta y la zona externa (c) y zona interna (d).



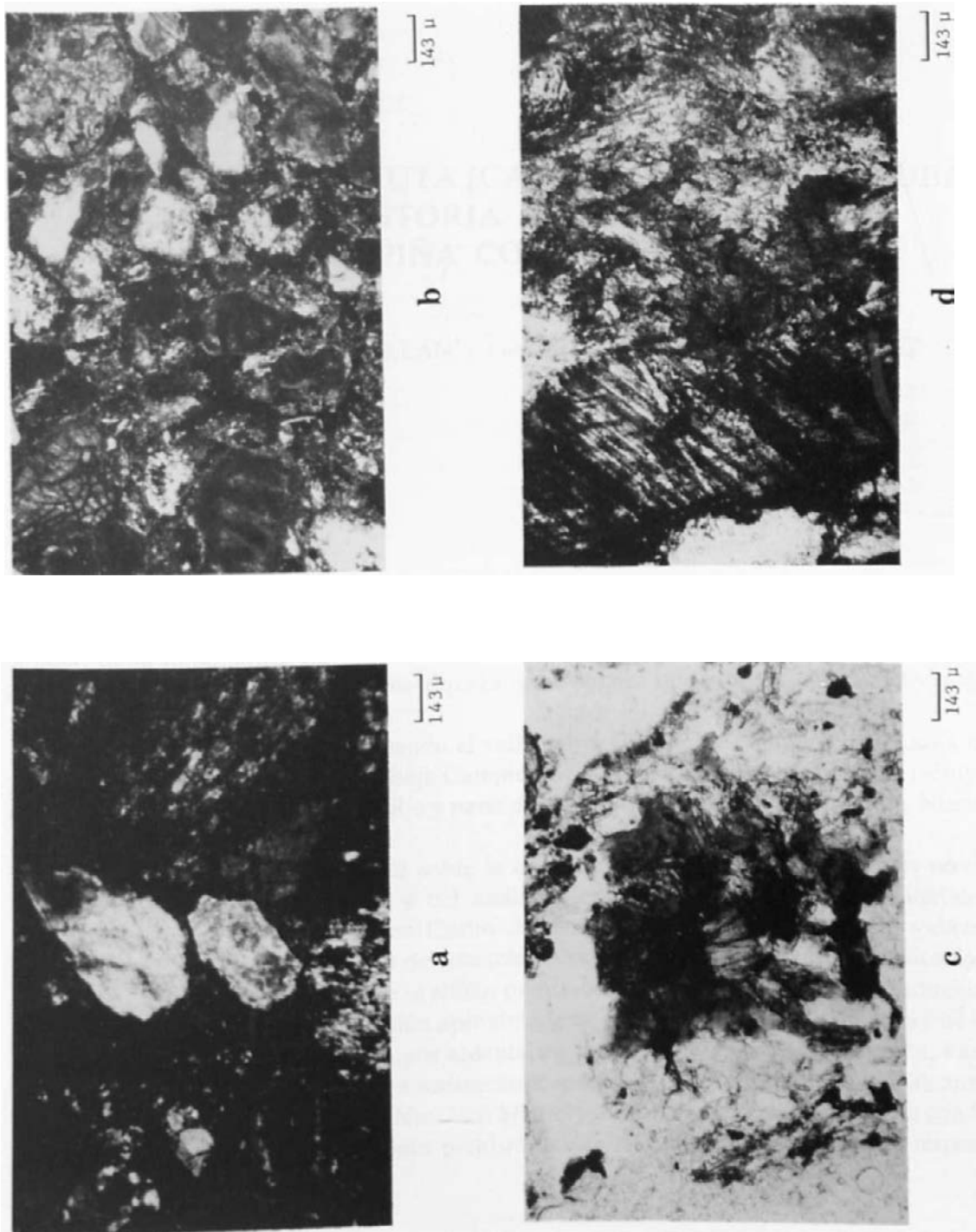
Lám. VII.—Lámina delgada. Pieza n.º 18, zona externa (a). Pieza n.º 28, zona externa (b). MEB. Pieza n.º 33, zonas externa (c) e interna (d).



Lám. VIII.—MEB. Horizonte Ap, microestructura (a). BwCa, microagregación (b). 48-80 cms., zona encostrada, aspecto general (c).



Lám. IX.—Lámina delgada. Horizonte Ap, aspecto general (a). BwCa, aspecto general (b). BwCa, masa fina carbonatada (c). 48-80 cms. zona no encostrada izquierda, masa fina micrítica (d).



Lám. X.—Lámina delgada. Horizonte 48-80 cms., zona no encostrada derecha, aspecto general (a). 100-150 cms., nivel fino, aspecto general, cristal de Calcita (b). 100-150 cms. nivel fino, cloritas en una cuarcita (c). 2BwCa, pizarra clorotizada (d).