

---

# “ARCILLAS CERAMICAS DE ANDALUCIA: 12. YACI- MIENTOS DEL TRIAS EN LA MARGEN DERECHA DEL GUADALQUIVIR (JAEN).”

---

A. Bernal Dueñas; G. García Ramos; F. González García;  
A. Justo Erbez y J. L. Pérez Rodríguez.

---

Sección de Silicatos del Centro de  
Edafología y Biología Aplicada del  
Cuarto y Facultad de Ciencias,  
Universidad de Sevilla.

77/4/0084A

## RESUMEN

Se han estudiado once arcillas de interés cerámico procedentes de diferentes depósitos, normalmente en explotación, localizados cerca de Linares, Ubeda, Beas de Segura, Sorihuela de Guadalimar y Santisteban del Puerto, en terrenos del Sistema triásico.

Los resultados muestran que son de naturaleza íltica, con clorita y caolinita como minerales secundarios, pero con alto contenido de óxido de hierro, que da a las muestras un fuerte color rojo. El contenido en  $\text{CO}_3 \text{Ca}$  es del orden del 10<sup>0</sup>%, siendo muy bajo el de otros carbonatos.

Estas arcillas se usan para pavimentos y las más plásticas se moldean a mano para artesanía, especialmente en Ubeda.

## SUMMARY

Eleven clay samples of interest for ceramic work have been studied. They were taken from different deposits, currently being worked, and located near Linares, Ubeda, Beas de Segura, Sorihuela de Guadalimar and Santisteban del Puerto in lands dating the triassic system.

The results obtained show the nature of these clay samples are basically illitic, with chlorite and kaolinite as secondary minerals, but with a high amount of iron oxides giving to the samples a strong red colour. The amount of  $\text{CO}_3 \text{Ca}$  in most of the samples is about 10<sup>0</sup>%, and the percentage of carbonates is very low.

The above named materials are used for making paving-bricks of "italian stoneware". The most plastic clays are shaped by hand in the handcraft factories, specially in Ubeda.

## RÉSUMÉ

On a étudié onze argiles ayant de l'intérêt céramique et qui procédaient de différents dépôts, normalement en exploitation, localisés près de Linares, Ubeda, Beas de Segura, Sorihuela de Guadalimar et Santisteban del Puerto, dans des terrains du Système triasique.

Les résultats montrent qu'ils ont une nature illitique, avec de la chlorite y de la kaolinite comme minéraux secondaires, mais avec un haut contenu en oxyde de fer qui donne aux échantillons une couleur rouge foucé. Le contenu en  $\text{CO}_3 \text{Ca}$  est de l'ordre du 10<sup>0</sup>%, étant plus bas celui d'autres carbonates.

Ces argiles sont utilisées pour pavimenter et les plus plastique se moulent à la main pour l'artisanat, spécialement à Ubeda.

## ZUSAMMENFASSUNG

Elf für die Keramikindustrie in Frage kommende Tongesteine aus verschiedenen normalerweise in Abbau befindlichen Vorkommen bei den Ortschaften Linares, Ubeda, Beas de Segura, Sorihuela de Guadalimar und Santisteban del Puerto wurden untersucht. Die Lagerstätten befinden sich meist in Triasformationen.

Die Ergebnisse der Untersuchung lassen erkennen, dass diese Tone Illitcharakter besitzen und als Sekundärminerale Chlorite und Kaolinit enthalten; ihr hoher Gehalt an Eisenoxid verleiht ihnen eine intensive Rotfärbung. Der  $\text{CO}_3 \text{Ca}$ -Gehalt liegt bei ca. 10 vH, der Anteil anderer Karbonate ist äusserst gering.

Die untersuchten Tongesteine finden bei der Herstellung von Fussböden Verwendung, die bildsameren werden, besonders in Ubeda, in der dort ansässigen kunstgewerblichen Keramik von Hand geformt.

## I. INTRODUCCION.

De acuerdo con el programa de investigación que se viene realizando en el Departamento de Química Inorgánica de la Facultad de Ciencias de Sevilla y en el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto (4), en el presente trabajo se completa el estudio de los yacimientos de arcillas cerámicas situados en la margen derecha del Guadalquivir, iniciado en un trabajo anterior (1), con el de 11 muestras procedentes de una serie de yacimientos del Trías situados

en los términos de Linares, Ubeda, Beas de Segura, Sorihuela de Guadalimar y Santisteban del Puerto. En el presente estudio se describen las propiedades físico-químicas y la composición mineralógica de las muestras a los fines de su mejor aprovechamiento industrial.

## II. YACIMIENTOS Y METODOS EXPERIMENTALES.

Los yacimientos, con sus muestras, se incluyen en la tabla I y su situación se señala en el mapa geológico de la figura 1.

TABLA I

ARCILLAS CERAMICAS DE JAEN

YACIMIENTOS TRIASICOS DE LA MARGEN DERECHA DEL GUADALQUIVIR

SITUACION	DESCRIPCION	MUESTRA	APLICACIONES ACTUALES
Linares.— Norte de la ciudad, cerca del depósito de agua.	El yacimiento pertenece a una región de contacto en que aparecen grandes masas de margas grises o amarillentas del Mioceno, con areniscas y arcillas rojas del Trías.	J-4.— Bloques silíceos verdes, con pequeños nódulos de óxido de hierro. Contacto Mioceno Trías.	Ladrillo hueco de todas clases. Fábrica moderna.
“ “	“ “	J-5.— Arena silícea suelta, o fácilmente disgregable. Contacto Mioceno-Trías.	“ “
“ “	“ “	J-6.— Arcillas rojas compactas (Trías) que se presentan en el nivel inferior del yacimiento.	Con este material se fabrica un ladrillo rojo.
Ubeda.— Cortijo de Las Palomas. Carretera de Ubeda a Arquillos Km. 10	Yacimiento subterráneo, explotado desde hace tiempo por los alfareros de Ubeda. Trías, contacto con el Mioceno.	J-10.— Bloques grandes de color rojo de vino, con vetas azules.	Utilizada por los alfareros de Ubeda en los productos vidriados.
Beas de Segura.— Carretera de Bailén a Albacete, Km. 204,6.	Toma de muestras en las primeras formaciones visibles del Trías, próximas a la carretera. Junto a las arcillas rojas se observan vetas verdosas.	J-18.— Aglomerados migajosos de gran tamaño, color rojo ocre.	Muestra experimental, en el Trías.
“ “	“ “	J-19.— Materiales más ricos en los filones verdes “salegón”.	“ “
Beas de Segura.— Cruce de carreteras desde Beas a la general Bailén-Albacete.	Se tomó la muestra en una fábrica próxima a Beas. Arcillas rojas del Trías.	J-20.— “Barro de cabeza”. Masas plásticas, muy rojas.	Ladrillos huecos muy rojos. Cooperativa cerámica.
“ “	“ “	J-21.— “Pié de cantera”, Masas pétreas del yacimiento, que mezclan al material anterior.	“ “
Cortijos Nuevos, Beas. Carretera de Beas al Tranco, Km. 98.	Pequeña excavación a la derecha de carretera. Trías.	J-22.— Roca dolomítica muy alterada, plástica, de color rojo de vino, con pequeñas vetas amarillas.	Muestra experimental
Sorihuela de Guadalimar.— NE del pueblo.	Corte junto a la carretera, en las proximidades de un tejár. Trías.	J-23.— Areniscas rojas muy duras, con vetas blancas.	Muestra experimental
Santisteban del Puerto. SE del pueblo.	Yacimiento en el interior de la fábrica. Trías.	J-24.— Trozos pequeños de arcilla de color rojo oscuro.	Fábrica en período de ampliación.

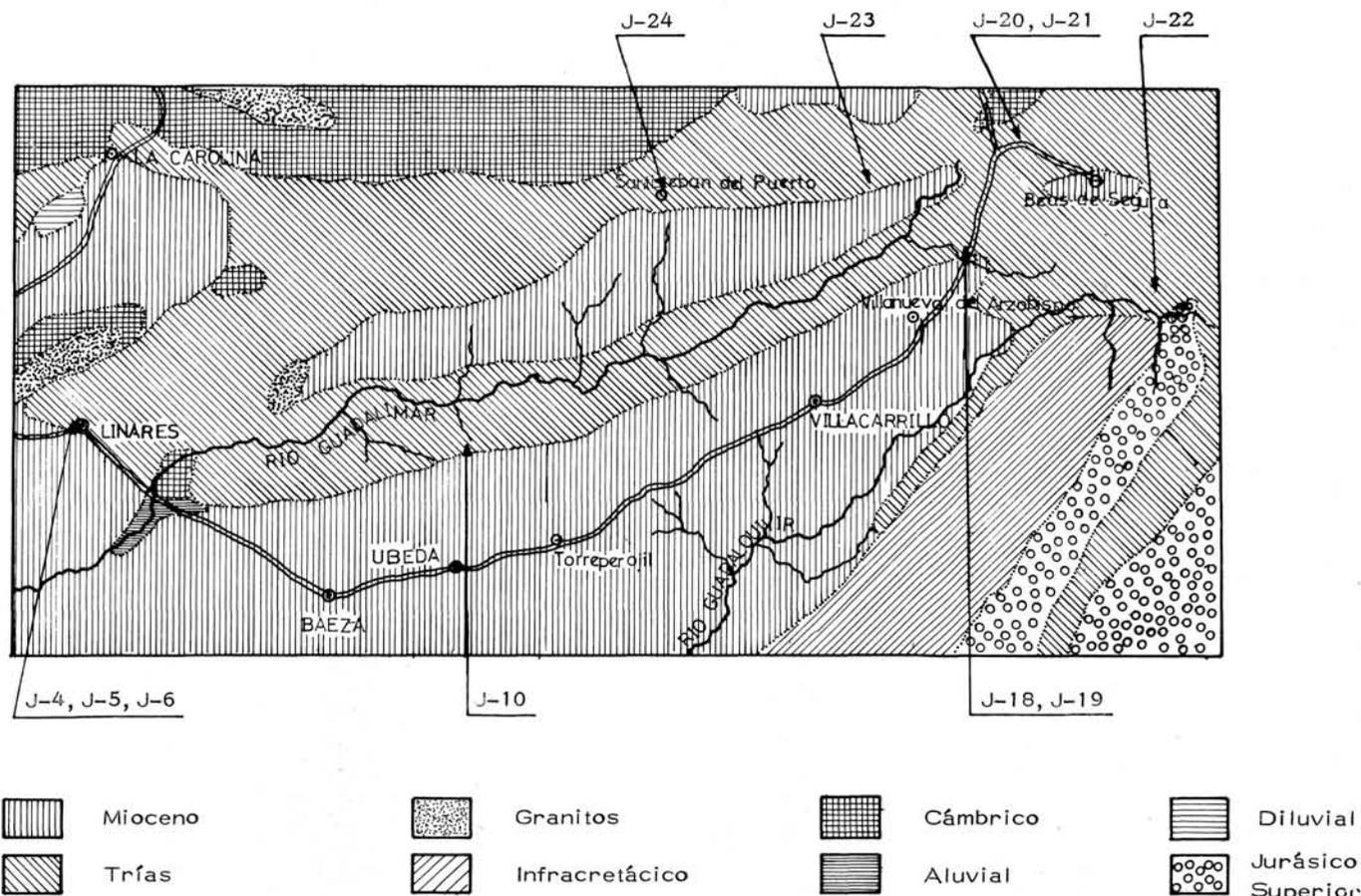


Fig. 1.— Croquis del mapa geológico de la zona en que se encuentran los materiales sedimentarios que se estudian.

Se realizaron las siguientes determinaciones: Análisis químico, capacidad de cambio, análisis termogravimétrico y diferencial, diagramas de difracción de rayos X (de polvo, agregados orientados, solvatados con glicerol y con tratamiento térmico a 550°C) y estudio por el microscopio electrónico. En las determinaciones experimentales se han empleado los métodos usuales en el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto, descritos en trabajos anteriores (4), realizándose en los laboratorios de la Sección de Silicatos de Sevilla.

### III. DATOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION.

Los resultados del análisis químico y capacidad de cambio de estos materiales se incluyen en las tablas II y III. Las curvas termogravimétricas y de ATD se muestran en las figuras 2, 3 y 4. En las tablas IV y V se da la composición mineralógica de las muestras, incluyéndose las microfotografías electrónicas en las figuras 5, 6, 7 y 8.

Exceptuando la muestra J-5 (arcilla de origen terciario, montmorillonítica, procedente del yacimiento de Linares) y la J-22 (caolinítica), todas las demás presentan características muy semejantes, a saber:

Todas tienen un bajo valor del agua perdida a 100° y más alto en el de la pérdida por calcinación —hasta 7,77% en la J-10—, que denota un bajo contenido en minerales montmorilloníticos.

El contenido en magnesio, entre 2,10% (J-6) y 3,75 (J-23) en ocho de las muestras, indica la presencia de minerales trioctaédricos, bien en pequeña proporción, bien

con destacadas sustituciones isomórficas en la capa octaédrica. El de potasio, desde un 3,05% (J-23) hasta 6,23% (J-4) en nueve muestras, está de acuerdo con la presencia de la illita o mica potásica en estas arcillas, como se ha comprobado por otros medios. Las capacidades de cambio bajas, inferiores a los 34 meq/100 gr. en 9 muestras, confirman su composición íltica.

La muestra J-22 presenta una baja razón molar SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2,14), pequeño contenido en potasio (2,38%), muy poco magnesio (0,16%), capacidad de cambio bajo (10,83 meq/100gr) y contenido muy alto en alúmina, lo que corresponde a las características de un mineral del grupo del caolín.

El estudio termogravimétrico confirma las deducciones anteriores, observándose el hábito característico de los minerales ílticos en todas estas curvas (fig. 2), exceptuando las muestras J-5 (montmorillonítica) y J-22 (caolinítica). Destaca el brusco salto de la curva entre 400° y 550° de esta última muestra, debido a la pérdida del agua reticular propio de los caolines.

Los registros de ATD muestran el hábito íltico de estos materiales (5), con las siguientes excepciones: J-5 y J-22, como era de esperar.

La observación al microscopio electrónico (2) confirma los datos obtenidos por las anteriores técnicas, destacando el alto contenido en caolinita de la muestra J-22 y la fuerte composición íltica de todas las demás (figs. 5, 6, 7 y 8).

A partir de los datos de difracción de rayos X (3), se pueden establecer los siguientes grupos:

a) **Arcillas ílticas.**— Comprende a las muestras J-18,

TABLA II

ANALISIS QUIMICOS Y CAPACIDAD DE CAMBIO (\*)

MUESTRA	J-4	J-5	J-6	J-10	J-18	J-19	J-20	J-21	J-22	J-23	J-24
SiO <sub>2</sub> . . . . .	51,64	47,69	47,78	45,35	47,97	48,58	49,57	46,39	45,62	44,32	45,70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	23,74	19,23	26,23	26,98	28,89	27,22	24,50	27,10	36,28	24,42	26,36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	6,61	16,14	12,03	13,78	3,96	7,94	8,98	10,06	3,15	13,85	7,23
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,94	1,26	0,93	1,33	0,97	1,24	1,31	1,00	2,59	1,28	1,30
CaO . . . . .	0,50	2,65	0,21	0,28	0,18	0,54	0,82	0,21	0,52	0,35	0,94
MgO . . . . .	3,02	1,70	2,10	1,47	3,25	2,29	2,55	2,22	0,16	3,75	3,73
K <sub>2</sub> O . . . . .	6,23	2,27	4,80	4,26	4,30	3,65	3,57	3,72	2,38	3,05	4,64
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,47	0,53	0,55	0,80	1,20	1,25	1,20	0,98	0,46	0,35	0,79
Pérdida por calcinación . . . . .	5,47	8,62	5,96	7,77	6,85	6,21	5,90	6,35	7,60	6,41	7,20
Total: . . . . .	99,52	100,15	100,59	101,93	97,54	98,92	98,40	98,03	98,76	97,78	97,69
H <sub>2</sub> O . . . . .	3,96	6,27	4,47	4,30	2,72	2,94	3,45	3,16	4,04	5,93	4,82
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,15	2,47	2,40	2,16	2,59	2,56	2,74	2,36	2,03	2,26	2,50
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,71	4,21	3,10	2,86	2,82	3,04	3,44	2,91	2,14	3,08	2,94
SiO <sub>2</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	20,97	7,88	10,61	8,78	32,37	16,51	14,75	12,46	40,00	8,53	16,88
C.C. meq/100 g. . . . .	27,16	44,25	34,12	23,88	24,10	25,39	22,50	22,90	10,83	31,86	43,23

(\*) Datos sobre muestras en las que se eliminaron carbonatos y materia orgánica.

TABLA III  
DETERMINACION DE CARBONATOS (Sobre muestra bruta, expresados como Ca CO<sub>3</sub>)

MUESTRA	%
J-4	3,40
J-5	4,69
J-6	2,14
J-10	6,71
J-18	2,57
J-19	8,08
J-20	7,03
J-21	3,02
J-23	9,16
J-24	1,50

J-19, J-20, J-21, J-23 y J-24. Su contenido en illita es bastante uniforme, variando entre el 85% (J-24) y el 96% (J-19). En todas ellas se encuentra clorita, que se identifica por la difracción de 14, 14 Å, que no expande con glicerol y cuya intensidad se refuerza por calentamiento a 550° durante media hora y desaparece por tratamiento ácido. Para cuantificar el contenido en clorita se ha tomado como poder reflectante el de 2,3 (6). En este caso y al no detectarse montmorillonita en el agregado orientado más glicerol, se han utilizado estos sin saturar. Exceptuando las muestras J-20 y J-24, que contienen un 7% de clorita, las restantes no llegan al 5%.

El óxido de hierro se presenta al estado de hematites y se identifica por las difracciones a 2,69 Å; 2,52 Å; 2,20 Å, etcétera, aunque su contenido no llega a superar un 10%, a juzgar por la intensidad de las líneas de difracción.

b) Arcillas caoliníticas.— Se incluyen dos muestras: J-22 y J-10. La primera contiene un 52% de caolinita

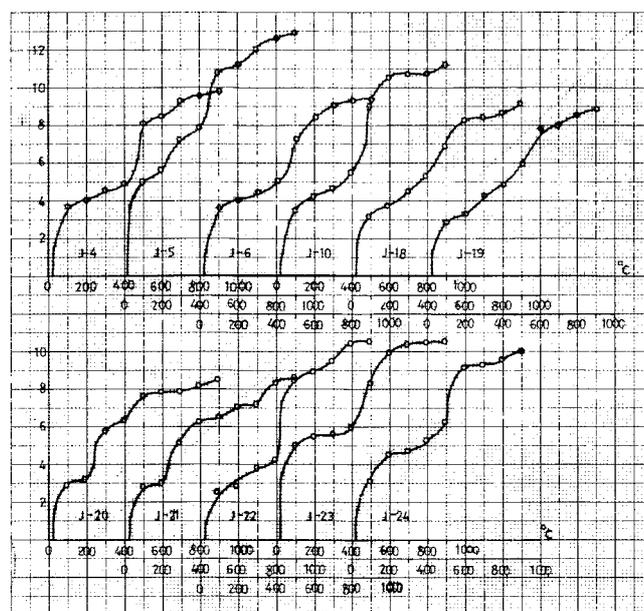


Fig. 2.—Curvas de análisis térmico ponderal de las muestras estudiadas.

y un 47% de illita. Hay menos de un 5% de clorita; existe una pequeña cantidad de hematites y apenas se aprecian líneas de cuarzo.

La muestra J-10 contiene illita en cantidad equivalente, con cuarzo y óxidos de hierro en diversos estados de hidratación.

c) Otras muestras.— Las tres restantes proceden del yacimiento de Linares, situado en el contacto Mioceno-Triás y son de composición intermedia entre las muestras anteriormente citadas.

La J-4 contiene illita—o mica potásica— abundante, con cuarzo y óxidos de hierro y aluminio en proporción

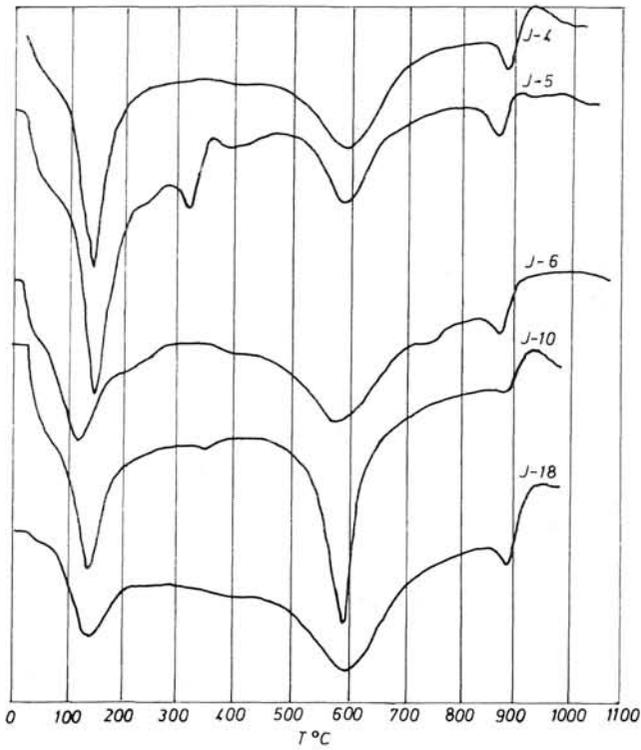


Fig. 3.— Curvas de análisis térmico diferencial de las muestras J-4, J-5, J-6, J-10 y J-18.

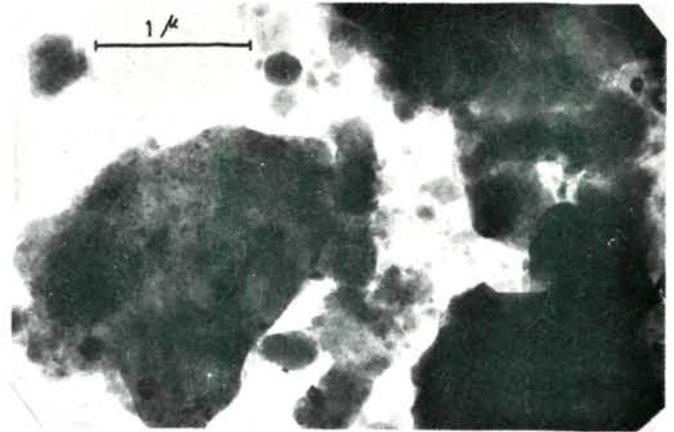


Fig. 5.—Microfotografía electrónica de la muestra J-18. Micas. Indicios de caolinita.

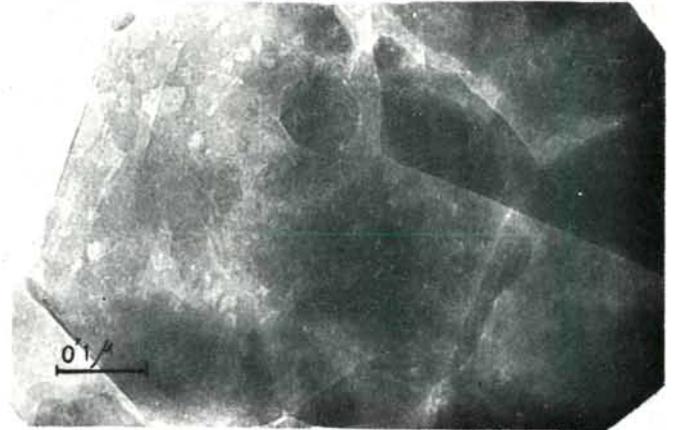


Fig. 6.— Microscopía electrónica de la muestra J-22. Cristales de caolinita.

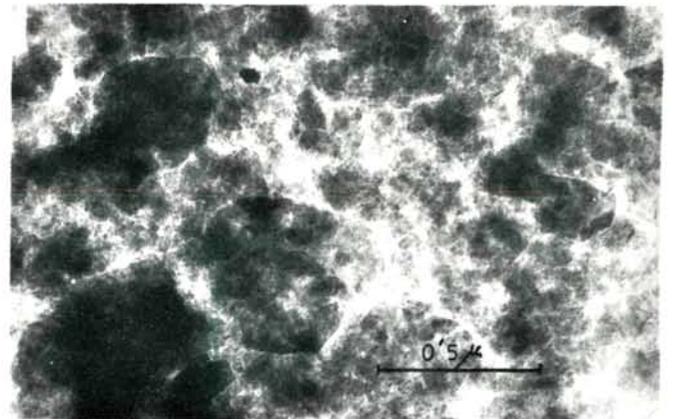


Fig. 7.— Microscopía electrónica de la muestra J-23. Ilita y posible caolinita.

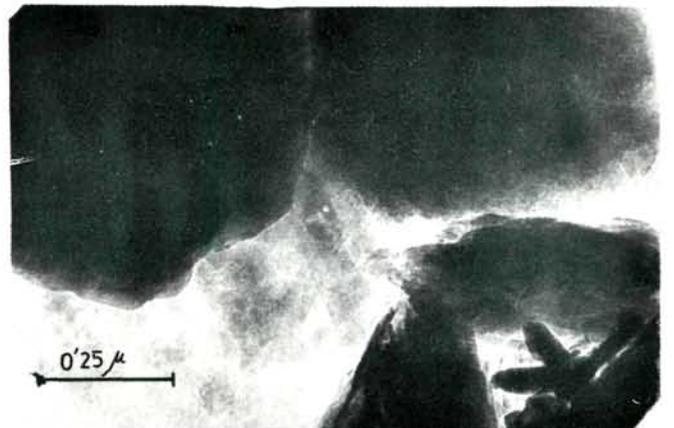


Fig. 8.— Microscopía electrónica de la muestra J-24. Micas. Cristal de goetita.

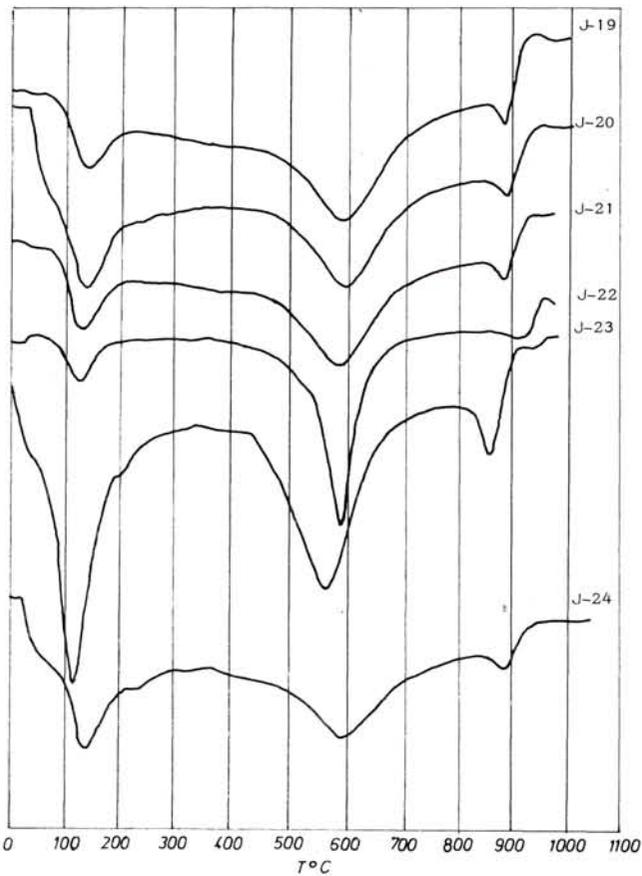


Fig. 4.— Curvas de análisis térmico diferencial de las muestras J-19, J-20, J-21, J-22, J-23 y J-24.

TABLA IV

ESTIMACION SEMICUANTITATIVA DE MINERALES DE LA ARCILLA DE LAS MUESTRAS J-18, J-19, J-20, J-21, J-22, J-23 y J-24. (En %).

Nº de muestra	M	CL	I	K	
J-18	---	5	93	5	M: montmorillonita.
J-19	---	<5	96	<5	Cl: clorita.
J-20	---	7	90	5	I: illita.
J-21	---	<5	95	<5	
J-22	---	5	47	52	K: caolinita.
J-23	---	<5	94	<5	
J-24	---	10	85	5	

TABLA V

PRINCIPALES COMPONENTES DE LAS ARCILLAS DEL TRIAS EN LA MARGEN DERECHA DEL GUADALQUIVIR (JAEN)

Nº de muestra	PRINCIPALES		ACCESORIOS
	Dominante	Secundarios	
J-4	I.	---	Q. Go.
J-5	I.	K.	Q. Go. F.
J-6	I.	K.	Q. Go.
J-10	I.	K.	Q. F. Go.
J-18	I.	Cl. K.	He.
J-19	I.	Cl. K.	He.
J-20	I.	Cl. K.	He.
J-21	I.	Cl. K.	He.
J-22	K.I.	Cl.	He.
J-23	I.	Cl. K.	He.
J-24	I.	Cl. K.	Go.

I: illita      Q: cuarzo      Go: goetita      Cl: clorita  
 He: hematites      F: feldspatos

variable. La muestra J-5 es de tipo montmorillonítico, como se deduce de todas sus líneas de difracción. Contiene, a su vez, illita, cuarzo, caolinita, óxidos de hierro y feldspatos (5-8%).

La muestra J-6 contiene abundante mica potásica e illita, con cuarzo muy bien cristalizado, y bastante caolinita como mineral secundario. Minerales accesorios son: cloritas y óxidos de hierro y aluminio, diversamente hidratados.

De los datos del análisis químico, térmico y difractivo, así como de las observaciones al microscopio electrónico, se deduce la composición mineralógica cuyos valores se incluyen en las tablas IV y V.

#### IV. CONCLUSIONES.

De todo cuanto antecede se puede resumir que los materiales arcillosos que se estudian en el presente trabajo

son, fundamentalmente, de naturaleza íltica, con caolinita como mineral secundario o accesorio, destacándose las muestras J-22 y J-10 por su alto contenido en este mineral.

En siete de las muestras se encuentra clorita como mineral secundario y en todas ellas existe un alto porcentaje de óxido de hierro, que comunican a estas arcillas su color rojo característico, común a todos estos sedimentos del Triás.

Las muestras brutas contienen hasta un 10% de CO<sub>3</sub>Ca, siendo, en general, muy pobres en carbonatos, dato de un gran interés en relación con sus aplicaciones cerámicas.

Estas arcillas ílticas, fuertemente coloreadas en rojo, son especialmente aptas para la elaboración de productos presentados del tipo del "gres italiano", del que existe una importante fábrica en la comarca.

Con las arcillas más plásticas se elaboran piezas de cerámica artística, mediante torno y moldeado a mano, en los talleres de alfarería de Ubeda.

#### AGRADECIMIENTO

Deseamos hacer constar nuestro agradecimiento a Dña. María Millán Muñoz, Licenciada en Ciencias Físicas del Departamento de Optica de la Universidad de Sevilla, por su colaboración en el estudio de las muestras por microscopía electrónica.

#### BIBLIOGRAFIA

1. A. BERNAL DUEÑAS, G. GARCIA RAMOS, F. GONZALEZ GARCIA, A. JUSTO ERBEZ y J. L. PEREZ RODRIGUEZ: *Arcillas cerámicas de Andalucía: 11. Yacimientos terciarios y cuaternarios de la margen derecha del Guadalquivir, en la provincia de Jaén. Bol. Soc. Esp. Cerám. V. (En prensa)*
2. M. BEUTELSPACHER and H. W. VAN DER MARREL: *Atlas of electron microscopy of clay minerals and their admixtures. Elsevier publishing company. Amsterdam, London, New York, 1968.*
3. G. BROWN: *The X-Ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals. Min. Soc. London, 1966.*
4. G. GARCIA RAMOS, F. GONZALEZ GARCIA y col.: *Arcillas cerámicas de Andalucía. Bol. Soc. Esp. Cerám. y Vid., 3 (1964), 5; 4 (1965), 1; 5 (1966), 6; 6 (1967), 2; 8 (1969), 1; 9 (1970), 3; 10 (1971), 5. Química e Industria, 20 (1974), 10.*
5. R. C. MACKENZIE: *Differential Thermal Analysis. Edit. Academic Press, London and New York, 1970.*
6. J. M. MARTIN POZAS y col.: *Anal. Real Soc. Esp. Fís. y Quím., Serie B (1970), 55, 109-112.*