

ARCILLAS CERAMICAS DE ANDALUCIA: 11. YACIMIENTOS TERCIARIOS Y CUATERNARIOS DE LA MARGEN DERECHA DEL GUADALQUIVIR EN LA PROVINCIA DE JAEN

A. BERNAL DUEÑAS, G. GARCIA RAMOS, F. GONZALEZ GARCIA,
A. JUSTO ERBEZ y J.L. PEREZ RODRIGUEZ

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

77/4/0081A

RESUMEN

Se estudian 18 muestras de arcillas de interés cerámico procedentes de diversos yacimientos en explotación situados en terrenos terciarios y cuaternarios de las zonas de Bailén y Loma de Ubeda, en la provincia de Jaén.

Estas arcillas son de naturaleza ílítico montmorillonítica, con un claro predominio ílítico en las procedentes de la zona de Bailén y de Linares, mientras que predomina la montmorillonita en las restantes (Loma de Ubeda).

Por su composición mineralógica y la potencia y situación de los yacimientos, se trata de arcillas de un gran interés industrial.

SUMMARY

Eighteen samples of clay of ceramic interest are studied. They belong to several deposits in exploitation located in tertiary and quaternary lands in the regions of Bailen and Loma de Ubeda, in the province of Jaen.

These clays are of an illitic montmorillonitic nature with a clear illitic predominance in those from the region of Bailen and Linares, whilst the montmorillonite predominates in the rest (Lomas de Ubeda).

Because of its mineralogical composition, together with the strength and location of deposits, these are clays of great industrial interest.

RESUME

On étudie 18 échantillons d'argiles ayant de l'intérêt céramique qui procèdent de divers gisements en exploitation situés dans des terrains tertiaires et quaternaires des zones de Bailen et Loma de Ubeda, dans la province de Jaén.

Ces argiles ont une nature illitique montmorillonitique, avec une prédominance clairement illitique pour celles qui procèdent de la zone de Bailen et de Linares, pendant que pour le reste prédomine la montmorillonite (Lomas de Ubeda).

Par leur composition minéralogique et la puissance et situation des gisements, il s'agit d'argiles d'un grand intérêt industriel.

ZUSAMMENFASSUNG

Zur untersuchung kamen 18 keramische Ton-Proben die aus verschiedenen in Exploration befindlichen Lagerstätten stammten, die in Tertiär- und Quartär-Gebieten der zonen von Bailén und Loma de Ubeda der Provinz Jaén liegen.

Diese Tonerden sind montmorillonit-glimmerähnlicher art, wobei diejenigen proben aus den zonen von Bailén und Linares ausgesprochen illitischer Natur sind, während bei den restlichen Proben (aus Lomas de Ubeda) der montmorillonite Charakter vorherrscht.

Aufgrund ihrer mineralogischen Zusammensetzung, sowie der Kapazität und situation der Lagerstätten, handelt es sich um Tonerden von beträchtlichem Interesse für die Industrie.

I. INTRODUCCION

Se continúan los trabajos sobre arcillas cerámicas de Andalucía (3), con el estudio de los yacimientos de la provincia de Jaén situados en la margen derecha del Guadalquivir, donde se incluyen fundamentalmente materiales de origen tericario. Comprende 18 muestras procedentes de los términos de Bailén, Linares, Baeza, Ubeda, Torreperogil, Villacarrillo, Mogón y Villanueva del Arzobispo, describiéndose sus propiedades fisicoquímicas y su composición mineralógica, con vistas a su mejor aplicación en la industria cerámica.

II. YACIMIENTOS Y METODOS EXPERIMENTALES

Los yacimientos con sus muestras se describen en la tabla I y su situación se señala en el croquis de la fig. 1.

Se han realizado las determinaciones siguientes: Análisis químico, capacidad de cambio de cationes, análisis térmico ponderal y diferencial (4), diagramas de difracción de rayos X (2) (de polvo, agregados orientados, solvatación con glicerol y con tratamiento térmico) y observación al microscopio electrónico (1). En las determinaciones experimentales se han empleado los métodos usuales en el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto, descritos en anteriores trabajos (3), realizándose aquellas en los laboratorios de la Sección de Silicatos de Sevilla.

III. DATOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

Los datos de análisis químico y capacidad de cambio de estos materiales se incluyen en las tablas II, III y IV. Las figuras 2, 3 y 4 muestran las curvas de deshidratación y los registros de A.T.D. Las tablas V y VI incluyen la composición mineralógica de las muestras. Las microfotografías de la observación al microscopio electrónico se muestran en las figuras 5 a la 9.

De los resultados del análisis químico de estas arcillas se desprende su alto contenido en montmorillonita y minerales de su grupo, como se deduce del valor de las razones molares $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, superior a 4 en 13 de los 18 muestras, alto valor del agua perdida a 100°C y capacidad de cambio superior a 50 meq/100 g. en 13 muestras.

Del contenido en potasio, que en ningún caso es inferior al 2 o/o, se deduce la participación de materiales ílticos. Todas las muestras contienen altos porcentajes de Fe_2O_3 , superior al 7 o/o en 12 de ellas y hasta un 13 o/o en la J-2.

El estudio térmico confirma la impresión general obtenida por el análisis químico. Destaca el carácter montmorillonítico por la gran pérdida de peso a bajas temperaturas y por el hábito general

de las curvas. El A.T.D. se caracteriza por presentar un gran efecto endotérmico en la región de $140-150^\circ\text{C}$, seguido de una inflexión muy marcada a $150-220^\circ\text{C}$. También se presenta el efecto endotérmico de $570-580^\circ\text{C}$, más redondeado que el anterior y menos intenso, con una amplitud entre 500 y 670° , característico de las mezclas de illita y montmorillonita. Finalmente, se presenta un efecto endotérmico a $850-860^\circ\text{C}$, debido a las pérdidas de los últimos OH^- , seguido inmediatamente de otro exotérmico en la zona de los $900-925^\circ\text{C}$.

Los efectos endotérmicos de 325 y 400°C . Se atribuyen a la presencia de óxidos hidratados de hierro y/o aluminio.

Con respecto a los diagramas de difracción de rayos X se pueden dividir las muestras en dos grupos:

a) Arcillas montmorilloníticas.-Se pone de manifiesto la naturaleza esencialmente montmorillonítica de las muestras J-7, J-8, J-9, J-11, J-12, J-14, J-16 y J-17, procedentes de los sedimentos del Mioceno de la Loma de Ubeda y la muestra J-1 de Linares.

Los diagramas de polvo y agregados orientados de las muestras, previamente saturadas en Mg^{++} , presentan una difracción a $15,50 \text{ \AA}$ ancha y de intensidad fuerte o muy fuerte, que por tratamiento con glicerol se desplaza a $18,18 \text{ \AA}$, lo que confirma la presencia de montmorillonita.

La illita se identifica por sus difracciones a $10,04$; $4,95$; $3,35$; banda entre $1,60$ y $1,64 \text{ \AA}$, etc. aunque está presente en mucha menor proporción que la montmorillonita.

Los minerales del grupo del caolín dan difracciones de pequeña intensidad en los diagramas de polvo de estas muestras y donde mejor se identifican es en los de agregados orientados, especialmente por la difracción a $7,16 \text{ \AA}$, que desaparece por calentamiento a 550°C durante media hora. De todas formas, la proporción de caolín es pequeña.

El cuarzo, identificado por sus espaciados a $3,34 \text{ \AA}$; $2,45 \text{ \AA}$ (común con otros minerales), $4,26 \text{ \AA}$, etc., que presentan muy poca intensidad, se encuentra en pequeña proporción.

Se ha encontrado goetita, identificada por sus difracciones a $4,18$; $2,69$; $2,45$ y $2,28 \text{ \AA}$, principalmente. Finalmente, se encuentra feldespato en varias muestras, que en ningún caso superan el 10 destacándose la muestra J-1 por su mayor contenido en ese mineral.

Para la estimación semicuantitativa se utilizaron los diagramas de agregados orientados expandidos con glicerol, ya que la montmorillonita presenta un espaciado constante muy característico a $18,18 \text{ \AA}$, sin que su poder reflectante apenas se altere. Adjudicando al caolín un poder reflectante igual a 1, al de la illita 0,5 y 2 al de la montmorillonita (5), resulta un contenido muy constante en montmorillonita en las muestras J-14, J-16 y J-17,

T A B L A I

ARCILLAS CERAMICAS DE JAEN. YACIMIENTOS TERCIARIOS Y CUATERNARIO DE LA MARGEN DERECHA DEL GUADALQUIVIR

Situación	Descripción	Muestra	Aplicaciones actuales
Linares. Carretera de Jabalquinto, 100 m. al N. del cementerio.	Yacimiento superficial al O. de la carretera. Alternancia de potentes estratos de margas arcillosas compactas, gris amarillentas o azules, con vetas amarillas de grano fino. Mioceno.	J-1. Masas compactas gris amarillentas, con finas vetas de óxido de hierro.	Ladrillo hueco. Fábrica en periodo de reforma.
Linares. Norte de la ciudad.	El yacimiento corresponde a un región de contacto, ya que aparecen grandes masas de margas grises o amarillentas, del Mioceno, con areniscas y arcillas rojas del Triás.	J-3. Masas compactas verdoso-amarillentas, con nodulitos muy pequeños de óxido de hierro.	Ladrillo hueco, de todas clases y tipos.
Linares. 400 m. al O. de la estación del F.C.	Yacimiento dentro de la fábrica. Margas del Mioceno.	J-7. Marga compacta, de fractura concoidea y color gris muy claro, con fósiles.	Ladrillo hueco. Secaderos de naves y horno Hoffman.
Baeza. Sur del pueblo, a unos 400 m. de las antiguas murallas.	Yacimiento próximo a la fábrica. Mioceno.	J-8. Masas grises, compactas y homogéneas sin nódulos.	Ladrillo hueco. Horno discontinuo.
Ubeda. Alfarería de calle Valencia.	Se ignora el yacimiento. Posiblemente, margas del Mioceno.	J-9. Margas blanco-grisáceas en granos de hasta 3 cm. de diámetro. Aspecto uniforme.	Empleadas en el torneado a la rueda.
Torreperogil. Proximidades del pueblo. Lado norte.	Extenso desmonte al N. de la carretera.	J-11. Masas compactas homogéneas de color gris claro.	Fábrica moderna de materiales de construcción.
Villacarrillo. Entrada al pueblo, desde Ubeda.	No se trata de un yacimiento propiamente dicho. Se tomaron a título experimental.	J-12. Margas compactas de color gris muy claro y aspecto homogéneo.	Muestra experimental.
Villacarrillo. Yacimiento situado en terrenos de la fábrica.	Yacimiento de unos 100 m. de frente. Mioceno.	J-13. Marga blancuzca, muy compacta, con partículas negras, que llaman "tosca".	Ladrillo hueco.
" " " "	" " " "	J-14. Masas más plásticas y de un color más oscuro que la muestra anterior, "greda".	Este material, empleado por separado, se utiliza para tejas.
Mogón. Aluvial del Guadalquivir.	Tomado en la misma fábrica citada anteriormente.	J-15. Arenas de un color amarillento claro, muy limpias, formadas por menudos cristales blancos con otros más rosados.	Para desengrasante de las dos arcillas anteriores.
Villanueva del Arzobispo. Venta de San Francisco.	Cantera situada junto al barranco, al lado N. de la carretera. Mioceno.	J-16. Margas blancuzcas, en gránulos sueltos de hasta 2 cm. de diámetro.	Ladrillo hueco.
" " " "	2º yacimiento, situado unos 300 m. al N. del anterior. Mioceno.	J-17. Marga muy suelta, algo más oscura que la anterior y sin gránulos de carbonatos.	No se emplea actualmente.
Bailén. Yacimiento al N. del parador de Turismo.	Masas compactas de marga azul, con estratos arenosos amarillos. Mioceno.	J-25. Marga azulada, impurificada con arena amarilla.	Ladrillo hueco. Del mismo material se surten los alfareros locales (macetas, ánforas, etc.).
" " " "	" " " "	J-26. El mismo yacimiento. Mezcla de arena y marga. Es la roca más abundante del yacimiento.	Para mezclar con la anterior.

Bailén. (El mismo yacimiento de la muestra J-29). Se describe más adelante.

J-27 Masas compactas de barro amarillento, de gran contracción al cocer. Con abundantes vetas y nódulos de óxidos de hierro. Yacimiento recientemente puesto en explotación.

Bailén. Pago "Los Alamitos" Por su proximidad, es muy semejante al de la muestra J-25.

J-28: Marga azul, plástica. Ladrillo hueco, en la misma fábrica.

Bailén. Pago "Haza la Zahonera". 4 Km. al SE de Bailén. Situado en la cima de una colina. Mioceno.

J-29. Masas compactas blanco-amarillentas. Tomada a 3 m. de profundidad. " "

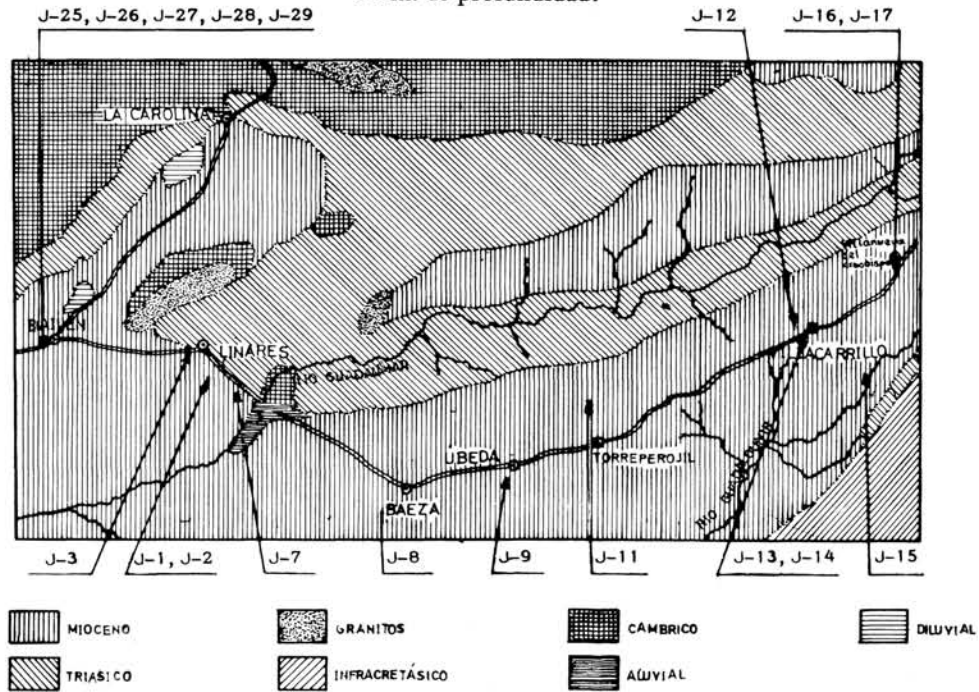


Fig. 1.- Croquis del mapa geológico de la zona en que se encuentran los materiales sedimentados que se estudian.

TABLA II

ANÁLISIS QUÍMICO Y CAPACIDAD DE CAMBIO

Muestra	J-1	J-2	J-3	J-7	J-8	J-9	J-11	J-12
SiO ₂	52,06	47,54	62,19	56,23	53,83	55,57	59,60	58,79
Al ₂ O ₃	16,91	21,51	14,21	21,72	19,78	19,96	20,19	17,71
Fe ₂ O ₃	11,53	13,00	6,09	7,15	8,33	7,76	7,59	7,68
TiO ₂	1,41	1,15	1,49	0,93	1,58	0,93	1,51	1,77
CaO	2,93	0,93	1,52	0,87	0,57	1,81	0,34	1,15
MgO	3,25	2,31	2,33	3,05	6,63	2,35	2,13	2,11
K ₂ O	2,85	2,47	3,10	2,62	2,30	2,83	2,75	2,88
Na ₂ O	0,57	0,81	0,75	0,47	0,38	0,36	0,33	0,33
Perd. por calc.	5,75	8,72	5,43	6,98	7,78	7,35	6,97	6,93
Total	97,30	98,44	97,06	100,02	101,14	98,92	101,51	99,38
H ₂ O	8,21	5,95	7,58	9,48	9,41	10,50	8,86	7,50
SiO ₂ /R ₂ O ₃	3,63	2,71	5,85	3,63	3,63	3,81	4,08	4,29
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	5,24	3,75	7,44	4,42	4,65	4,75	5,05	5,67
SiO ₂ /Fe ₂ O ₃	12,05	9,57	27,27	21,29	17,25	6,26	21,17	20,39
C.C.meq/100 g.	58,45	58,34	38,81	52,81	54,97	56,27	50,10	55,52

Datos sobre muestras en las que se eliminaron carbonatos y materia orgánica.

TABLA III

ANALISIS QUIMICO Y CAPACIDAD DE CAMBIO

Muestra	J-13	J-14	J-15	J-16	J-17	J-25	J-26	J-27	J-28	J-29
SiO ₂	60,80	52,36	46,73	56,30	55,37	49,18	51,52	48,58	50,70	49,50
Al ₂ O ₃	16,71	21,41	27,55	21,82	21,56	22,10	25,03	18,43	24,03	20,38
Fe ₂ O ₃	7,59	7,55	2,72	0,90	3,87	9,87	9,94	6,26	9,28	5,55
TiO ₂	1,27	1,34	1,12	3,58	0,98	0,99	0,95	1,58	1,44	1,70
CaO	1,77	2,63	2,06	1,95	2,43	1,24	0,52	8,07	0,71	5,70
MgO	1,08	1,10	4,21	2,75	2,24	3,52	2,50	2,78	3,10	2,62
K ₂ O	2,53	2,35	2,87	2,50	2,45	2,10	3,38	2,32	2,80	2,52
Na ₂ O	0,34	0,49	1,22	1,03	1,10	0,45	0,37	0,38	0,30	0,34
Perd.por calc.	7,18	10,18	9,23	7,64	7,51	8,26	7,38	11,05	7,80	11,00
Total	99,27	99,41	97,71	98,47	97,51	97,71	101,59	99,45	102,16	99,31
H ₂ O	8,28	7,71	7,28	9,33	9,77	7,99	8,85	9,02	8,05	8,45
SiO ₂ /R ₂ O ₃	4,79	3,39	2,81	3,97	3,91	2,94	2,79	3,69	2,88	3,68
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	6,18	4,15	2,99	4,38	4,35	3,78	3,50	4,49	3,59	4,34
SiO ₂ /Fe ₂ O ₃	21,37	18,52	45,76	42,07	38,09	13,42	13,83	20,74	14,56	24,26
C.C.meq./100g.	53,49	58,73	49,76	57,89	56,96	45,08	47,96	52,64	46,95	51,71

Datos sobre muestras en las que se eliminaron carbonatos y materia orgánica.

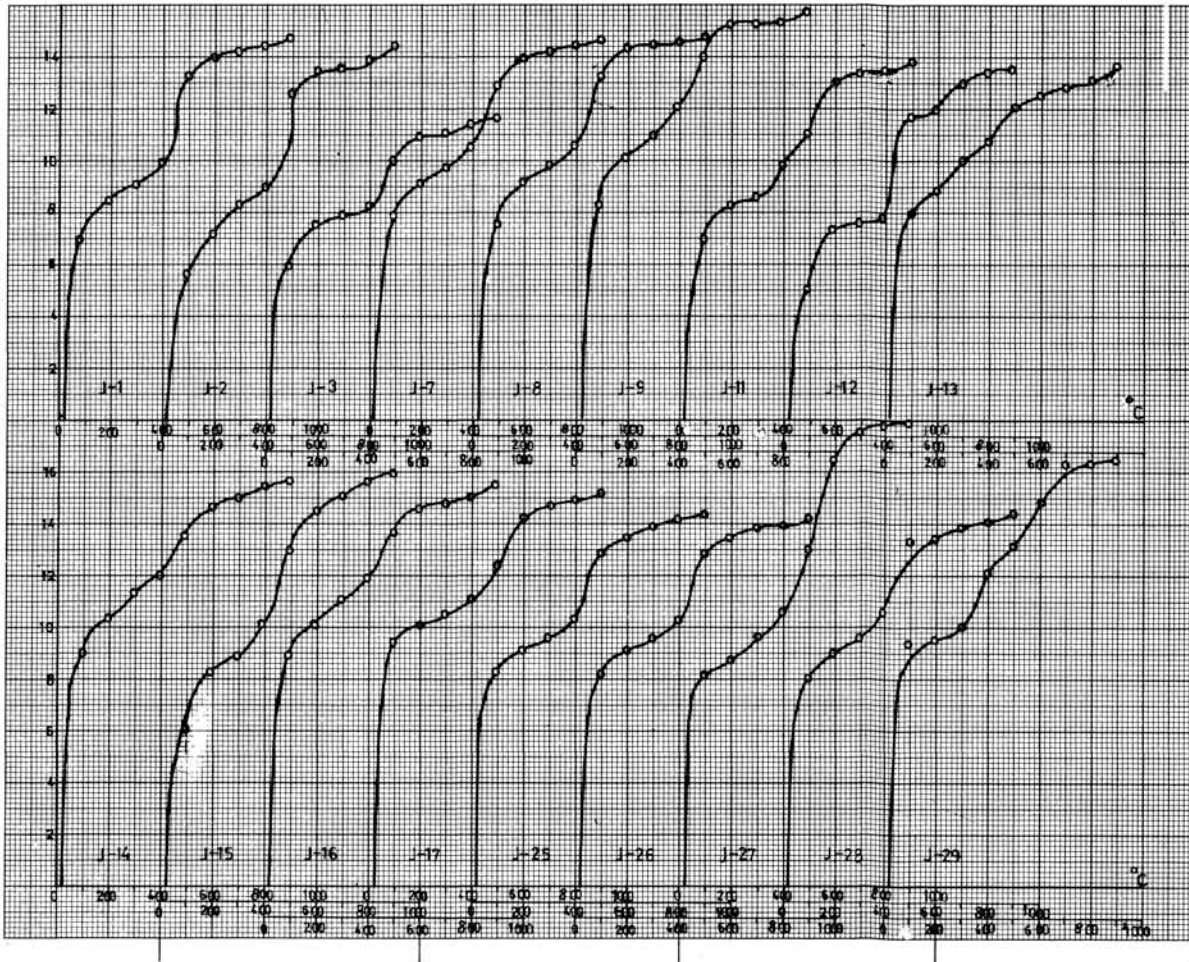


Fig. 2.-Curvas de análisis térmico ponderal de las muestras estudiadas.

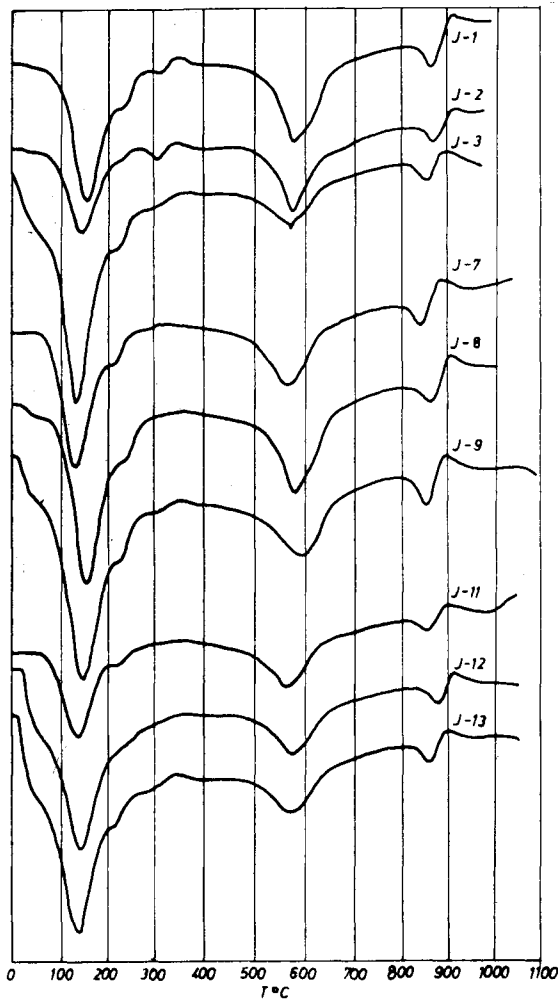


Fig. 3.-Curvas de análisis térmico diferencial de las muestras J-1, J-2, J-3, J-7, J-8, J-9, J-11, J-12 y J-13.

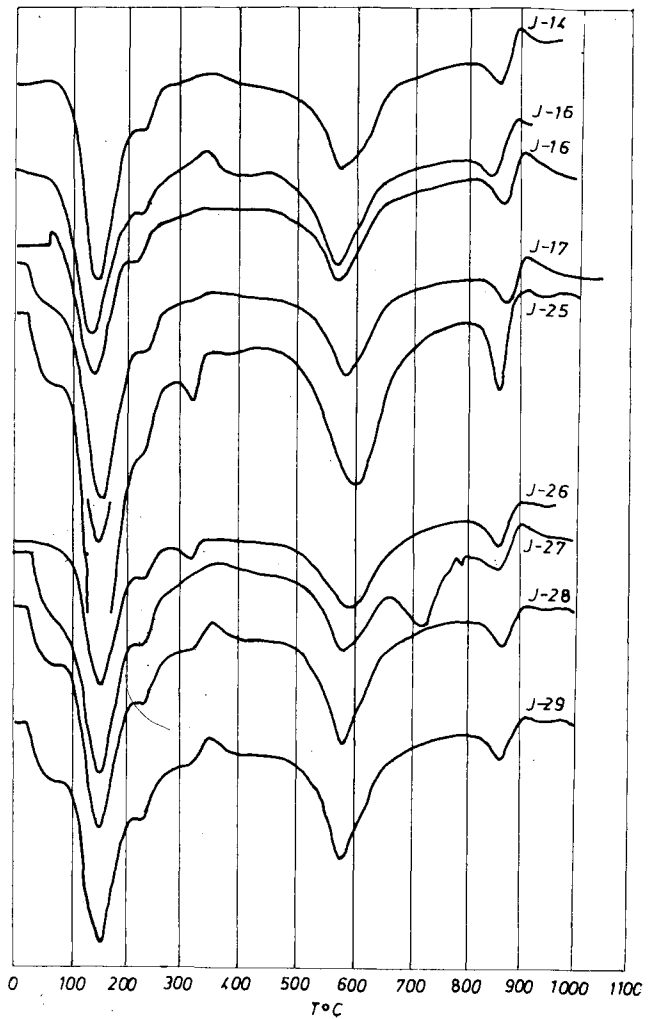


Fig. 4.-Curvas de análisis térmico diferencial de las muestras J-14, J-15, J-16, J-17, J-25, J-26, J-27, J-28 y J-29.

TABLA IV

DETERMINACION DE CARBONATOS (Sobre muestra bruta expresados como CaCO_3)

Muestra	o/o
J-1	34,90
J-2	5,48
J-3	24,65
J-7	30,02
J-8	36,36
J-9	41,54
J-11	34,88
J-12	36,13
J-13	26,31
J-14	36,00
J-15	71,61
J-16	46,73
J-17	40,43
J-25	17,76
J-26	15,59
J-27	32,08
J-28	15,39
J-29	33,74

TABLA V

ESTIMACION SEMICUANTITATIVA DE MINERALES DE LA ARCILLA DE LAS MUESTRAS: J-13, J-14, J-15, J-16, J-17, J-25, J-26, J-27, J-28 y J-29 (o/o).

Nº de muestra	M	Cl	I	K
J-13	47	--	47	5
J-14	54	--	41	5
J-15	6	9	76	9
J-16	56	--	33	11
J-17	53	--	42	5
J-25	22	--	78	-
J-26	29	--	71	-
J-27	40	--	60	-
J-28	34	--	58	8
J-29	40	--	53	7

M: montmorillonita
Cl: clorita
I: illita
K: caolinita

TABLA VI

PRINCIPALES COMPONENTES DE LAS ARCILLAS DE SEDIMENTOS TERCIARIOS Y CUATERNARIOS DE LA MARGEN DERECHA DEL GUADALQUIVIR (JAEN).

Nº de muestra	Principales		
	Dominante	Secundarios	Accesorios
J-1	M.	I.K.Q.	Go.
J-2	I.	M.K.Q.	Go.
J-3	I.	Q.M.	K.
J-7	M.	I.K.Q.	Go.
J-8	M.	I.K.Q.	Go.
J-9	M.	I.Q.	Go.
J-11	M.	I.	Q.
J-12	M.	I.K.	Q.
J-13	M.	I.Go.	K.Q.
J-14	M.	I.	K.Go.Q.
J-15	I.	Cl.K.M.	
J-16	M.	I.K.	Go.Pa.Q.
J-17	M.	I.	K.Go.Pa.Q.
J-25	I.	M.	Go.Q.
J-26	I.	M.	Go.Q.
J-27	I.	M.	Go.Ca.Q.
J-28	I.	M.K.	Go.
J-29	I.	M.K.	Go.Ca.Q.

M: montmorillonita.- I: ilita.- K: caolinita.- Q: cuarzo.- Go: goetita.- Pa: paligorskita.- Cl: clorita.- Ca: calcita.-

con el 54 o/o, 56 o/o y 53 o/o, respectivamente, La proporción de ilita es más variable, con el 41 o/o para la J-14, 42 o/o para la J-17 y el 33 o/o en la J-16. El porcentaje de caolín es bajo: 11 o/o en la J-16 y 5 o/o en las muestras J-14 y J-17.

b) Arcillas ilíticas con montmorillonita.- De los resultados difractométricos de las muestras J-2 y J-3, de Linares, se deduce la existencia en ambas de una proporción equivalente de ilita y montmorillonita, si bien predomina la primera. La montmorillonita presenta el característico ensanchamiento del espaciado de 15,50 Å hasta 18,18 Å, después de tratarla con glicerol.

Contienen también cantidades poco importantes de caolinita y destaca el alto contenido en cuarzo de la muestra J-3. La J-2 contiene, asimismo, hematites, con óxidos hidratados de hierro en proporción que se estimó no es inferior al 10 o/o.

En las muestras de Bailén predomina la ilita (53 o/o en la J-29 hasta 78 o/o en la J-25) sobre la montmorillonita (de un 22 o/o en la J-25 hasta un 25 o/o en las J-27 y J-29). El contenido en caolín es muy pequeño, inferior al 8 o/o en las muestras J-13, J-29 y J-28, y está ausente en el resto.

También existe goetita, en cantidad que se estima en un 10 o/o; apenas se encuentran difracciones de cuarzo, aunque sí se observan restos de cal-

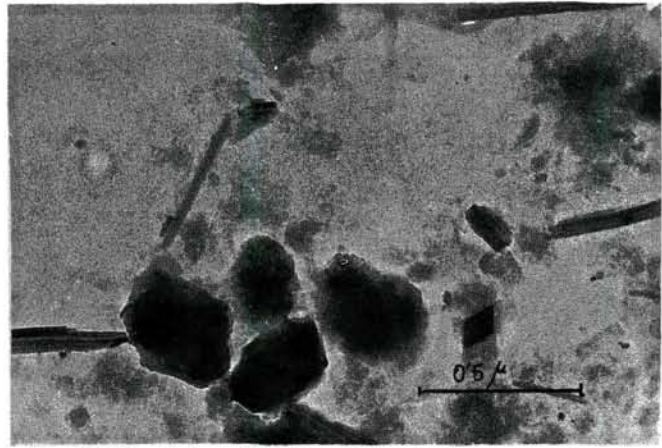


Fig. 5.-Microfotografía electrónica de la muestra J-14. Iilita, indicios de caolinita, paligorskita y calcita.

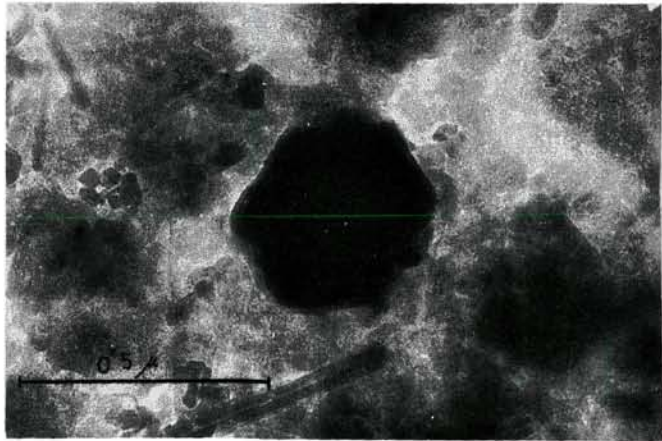


Fig. 6.-Microscopía electrónica. Muestra J-16. Iilita, montmorillonita y caolinita. Indicios de paligorskita.

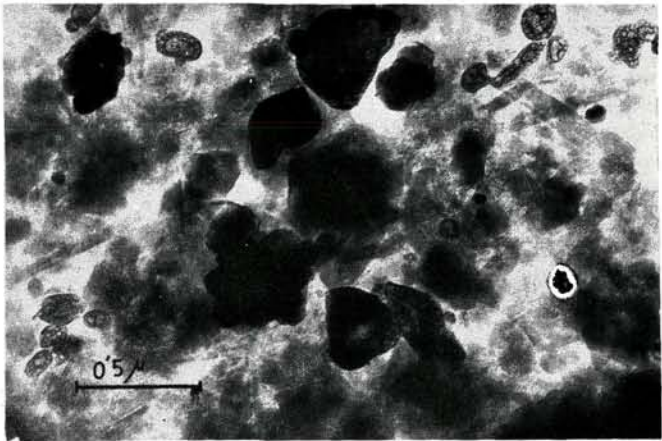


Fig. 7.-Microfotografía electrónica de la muestra J-17. Iilita y montmorillonita. Indicios de paligorskita.

cita en las muestras J-27 y J-29, no eliminada en el tratamiento previo, como se deduce por las difracciones a 3,03 Å; 2,49 Å; 2,28 Å, etc.

c) Otras muestras.- Se estudia aparte la muestra J-15 por tratarse de la fracción arcilla extraída de una arena caliza (con el 72 o/o de CO₃Ca), empleada como desengrasante en una fábrica de productos cerámicos de Villacarrillo. La arcilla es fundamentalmente ilítica, con montmorillonita, clorita y caolín como accesorios, en pequeña cantidad.

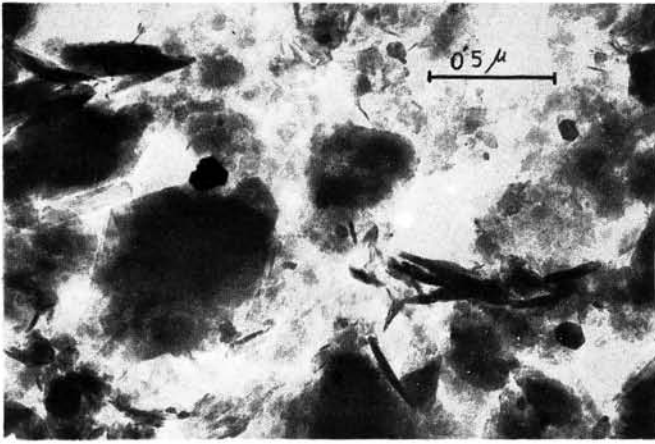


Fig. 8.-Microfotografía electrónica de la muestra J-25. Iilita, montmorillonita, caolinita y probablemente, nontronita.

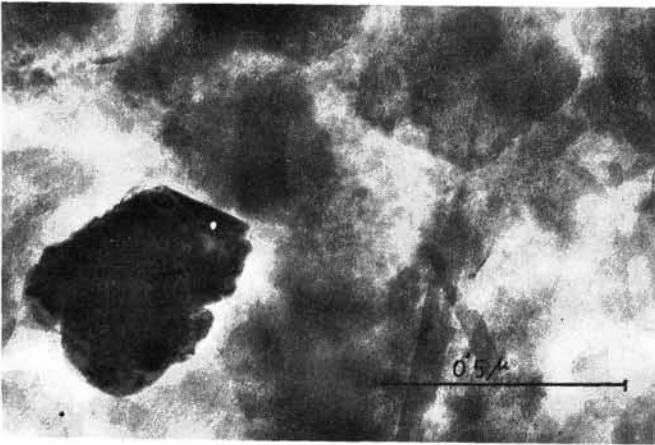


Fig. 9.-Microscopía electrónica de la muestra J-28. Iilita.

La observación al microscopio electrónico confirma la composición mineralógica deducida de las técnicas anteriormente comentadas. En las muestras J-16 y J-17 se observan indicios de paligorquita.

Del estudio físico-químico de estas muestras, a la vista de los resultados de los análisis químicos, térmicos, difractométricos y de la observación al microscopio electrónico se estima la composición que se incluye en las tablas V y VI.

dado su fino tamaño no les perjudica para la fabricación de ladrillos y otros materiales de construcción.

Debido a su composición mineralógica y a la potencia y situación de los yacimientos, estas arcillas revisten un gran interés industrial. De una parte la mezcla de montmorillonita e ilita les proporciona una adecuada plasticidad, así como una gran facilidad en los procesos de elaboración y secado; de otra, la proximidad al nudo de comunicaciones de Bailén favorece su comercialización.

BIBLIOGRAFIA

1. H. BEUTELSPACHER and H.W. VAN DER MAREL: Atlas of electron microscopy of clay minerals and their admixtures. *Elsevier publishing company*. Amsterdam, London, New York, 1968.
2. G. BROWN: The X-Ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals. *Min.Soc.* London, 1966.
3. G. GARCIA RAMOS, F. GONZALEZ GARCIA y Col.: Arcillas cerámicas de Andalucía. *Bol.Soc.Esp. Cerám. 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.
4. R.C. MACKENZIE: Differential Thermal Analysis, 1 *Ed. Academic Press*, London and New York, 1970.
5. J.M. MARTIN POZAS y Col.: *Anal.Real.Soc.Esp.Fis. y Quim.*, Serie B (1970), 55, 109-112.

IV. CONCLUSIONES

De todo lo que antecede se puede resumir que estas arcillas son de naturaleza íltico-montmorillonítica, observándose un claro predominio de la ilita sobre la montmorillonita en aquellas muestras procedentes de la zona de Bailén y Linares y de la montmorillonita sobre la ilita en las restantes (Loma de Ubeda). Las primeras contienen, además, algo de caolinita, óxidos de hierro y cuarzo. Las montmorilloníticas contienen también, además de ilita, poca caolinita y óxidos de hierro. Las muestras J-16 y J-17 contienen paligorquita.

Las muestras brutas, en general, son ricas en carbonatos (del 15 al 47 o/o, de CO_3Ca), si bien,