

ESTUDIO MINERALOGICO DE ARCILLAS CERAMICAS DE LA PROVINCIA DE ZAMORA.

II. YACIMIENTOS TERCIARIOS Y CUATERNARIOS DE LA MARGEN DERECHA DE LA CUENCA DEL DUERO

M. A. VICENTE HERNÁNDEZ*

M. SÁNCHEZ CAMAZANO*

RESUMEN.—Se realiza el estudio mineralógico de 23 muestras de arcilla procedentes de 9 yacimientos de la Provincia de Zamora, situados en terrenos terciarios y cuaternarios de la margen derecha de la Cuenca del Duero.

Las técnicas empleadas han sido las siguientes: capacidad de cambio de cationes, análisis químico, análisis térmico diferencial, análisis termogravimétrico y difracción de rayos X.

Se concluye que las arcillas estudiadas están compuestas fundamentalmente por illita, caolín y montmorillonita. El contenido en illita oscila entre 55 y 85 %, el de caolín entre 10 y 20 % y el de montmorillonita entre 5 y 35 %. Las muestras XVII-1 y XVII-2 contienen también vermiculita y las muestras XII-2 y XIII-2 atapulgita.

SUMMARY.—The mineralogical composition of twenty-three clay samples from nine deposits of the province of Zamora has been studied. The deposits are located in tertiary's and quaternary's regions on the right side of the Duero basin.

The techniques used were mainly: cation-exchange capacity, chemical analysis, thermogravimetric analysis, differential thermal analysis and X-ray diffraction.

The conclusion arrived at is that the samples are composed, mainly, by illite (55-85 %); kaolinite (10-20 %) and montmorillonite (5-35 %). The clays from samples XVII-1 and XVII-2, contain vermiculite, and the clays from samples XII-2 and XIII-2, contain attapulgite as well.

INTRODUCCION

En el año 1965 se inició en el Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca, el estudio de arcillas empleadas con fines cerámicos en la Zona Oeste de España. Se llevó a cabo en primer lugar el estudio de los yacimientos de la provincia

* Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca

de Salamanca (VICENTE HERNÁNDEZ, 1971, VICENTE HERNÁNDEZ et alios, 1973). Concluido éste se inició el de la provincia de Zamora.

Se trata de conocer la composición mineralógica y propiedades tecnológicas de las arcillas que se emplean hasta la fecha de modo empírico para la fabricación de tejas y ladrillos, y se estudian los materiales declarados en la Delegación de Industria correspondiente.

Los trabajos que se realizan comprenden en general:

- 1.º Estudio físico-químico y mineralógico de la fracción arcilla.
- 2.º Estudio tecnológico del material global.
- 3.º Estudio de la relación entre las propiedades tecnológicas y composición mineralógica.

Para su estudio los yacimientos de la provincia de Zamora, de acuerdo con la zona en que están situados se han clasificado en tres grupos:

- 1.º Yacimientos terciarios y cuaternarios de la Depresión del Duero (margen izquierda) que engloba 10 yacimientos con un total de 22 muestras.
- 2.º Yacimientos terciarios y cuaternarios de la Depresión del Duero (margen derecha) con 9 yacimientos y 23 muestras.
- 3.º Yacimientos en el Paleozoico con 8 yacimientos y 15 muestras.

En este trabajo se da cuenta del estudio mineralógico de la fracción $< 2 \mu$ de las arcillas del segundo grupo. El estudio mineralógico del primer grupo así como el estudio tecnológico de las muestras han sido objeto de otras publicaciones (SÁNCHEZ CAMAZANO & VICENTE HERNÁNDEZ, 1973; VICENTE HERNÁNDEZ & SÁNCHEZ CAMAZANO, 1973).

MATERIALES Y METODOS DE TRABAJO

En la tabla I se da la descripción de los yacimientos y de las muestras y se indican sus aplicaciones actuales.

En la fracción $< 2 \mu$ se han realizado las determinaciones siguientes: capacidad de cambio de cationes, análisis químico, análisis térmico diferencial, análisis termogravimétrico y diagramas de difracción de rayos X.

En las determinaciones físico-químicas se han empleado los métodos y técnicas habituales en el Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca (VICENTE HERNÁNDEZ, 1971; VICENTE HERNÁNDEZ et alios, 1973). Para el análisis químico se ha seguido el método de JACOB (1944) con diversas modificaciones, determinando Fe, Al y Ti por colorimetría, Ca y Mg por espectrofotometría de absorción atómica, y Na y K por fotometría de llama.

RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

En la tabla II se incluyen las capacidades de cambio de cationes de las arcillas de los yacimientos estudiados expresadas en meq/100 g. Su examen revela que estas arcillas tienen, por lo general, valores medios o bajos de capacidad de cambio, casi siempre

TABLA I
Yacimientos terciarios y cuaternarios de la Depresión del Duero (margen derecha)

Muestra	Localidad	Situación	Descripción de yacimientos y muestras	Aplicaciones actuales
XI-1 XI-2	Zamora	Cerámica del Carmen	Corte amplio con una zona uniforme de 3 o 4 m. (1) y otra debajo más arenosa (2).	Ladrillos.
XII-1 XII-2	Gallegos del Pan	Al lado de la Cerámica del Angel	Yacimiento profundo. Se tomaron a distintas profundidades las muestras 1 y 2.	Ladrillos y bovedillas.
XIII-1 XIII-2 XIII-3 XIII-4 XIII-5	Fuentesecas	Al lado de la carretera antes de llegar al pueblo	Corte de varias capas, amplio y profundo. A un extremo está tomada la muestra 2 y debajo la 1. Al otro extremo la 5; la 3 es más arenosa y la 4 pertenece a una veta más oscura.	Todo tipo de ladrillos en una cerámica de Toro.
XIV-1	Tagarabuena	Tejar	Pequeño yacimiento, actualmente abandonado, al lado de un manantial.	
XV-1 XV-2 XV-3 XV-4	Villalpando	Pozo del agua	Corte amplio de 6 o 7 m. de profundidad. En la parte central del yacimiento se presentan tres capas: 1. ^a) arenosa: 3, 2. ^a) media: 1, 3. ^a) más oscura y poco abundante: 4. A un extremo hay una veta más arenosa: 2.	Ladrillos de todas clases según la demanda.
XVI-1	Villanueva del Campo	Ermita	En un yacimiento bastante uniforme hay varios cortes poco profundos.	Se fabricaba ladrillo en un tejar actualmente abandonado.
XVII-1 XVII-2 XVII-3	Castrogonzalo	Cerámica	Detrás de la cerámica hay un profundo corte. En la parte inferior del mismo se tomaron las muestras 1, 2, la primera más arenosa. A un horizonte más superficial pertenece la 3.	Ladrillos de todas clases.
XVIII-1 XVIII-2 XVIII-3	Benavente	Los tejares	Dos cortes de unos 10 m. de profundidad, bastante uniformes. En uno de ellos están tomadas, arriba la muestra 2 y en la parte más profunda la 1. En el otro aparece una arcilla más plástica que utilizan para ladrillo de fachadas, 3.	Ladrillos, rasillas y bovedillas.
XIX-1 XIX-2	Benavente	Los tejares	Este yacimiento es en realidad el mismo que el anterior. Existe un pequeño montículo que cada cerámica explota por una parte. Por ésta se presenta como una capa uniforme de 10 o 12 m. de profundidad: muestra 1, y una veta más arenosa, 2.	Ladrillos en todas sus modalidades.

inferiores a 40 meq/100 g. Destacan en este sentido las muestras XIII-1 y XIII-2 con capacidades de 18,19 y 22,93 meq/100 g respectivamente. Estos hechos constituyen ya una indicación de la presencia de minerales tales como illita y caolín, de capacidad de cambio media o baja. La montmorillonita en caso de estar presente será en proporción baja. Constituyen una excepción las dos muestras del yacimiento XI con capacidades de 52,94 y 60,02 meq/100 g.

TABLA II

Capacidades de cambio de las arcillas

Muestra	meq/100 g
XI-1	52,94
XI-2	60,02
XII-1	27,98
XII-2	33,38
XIII-1	18,19
XIII-2	22,93
XIII-3	27,68
XIII-4	38,65
XIII-5	32,04
XIV-1	30,10
XV-1	33,98
XV-2	32,71
XV-3	37,43
XV-4	33,38
XVI-1	29,71
XVII-1	31,27
XVII-2	34,76
XVII-3	31,27
XVIII-1	35,74
XVIII-2	32,37
XVIII-3	32,37
XIX-1	36,08
XIX-2	37,43

Los datos del análisis químico se incluyen en la tabla III. Se trata en general de arcillas con razón sílice/alúmina baja, por lo general inferior a 2, bajo contenido en MgO y CaO, contenido alto en K_2O , valores todos característicos de mezclas de arcillas con illita como mineral predominante. También están de acuerdo con la presencia de este mineral los porcentajes de pérdida de agua a temperaturas inferiores a $110^{\circ}C$.

El porcentaje elevado de hierro, debe corresponder sólo en pequeña proporción a la red de los silicatos, procediendo la mayor parte de óxidos que en forma amorfa o cristalina se encuentran en la fracción arcilla como veremos más adelante.

Las curvas de análisis termogravimétrico (Figs. 1 y 2) tienen todas el mismo hábito, presentando una pérdida inicial de peso hasta temperaturas próximas a los $300^{\circ}C$,

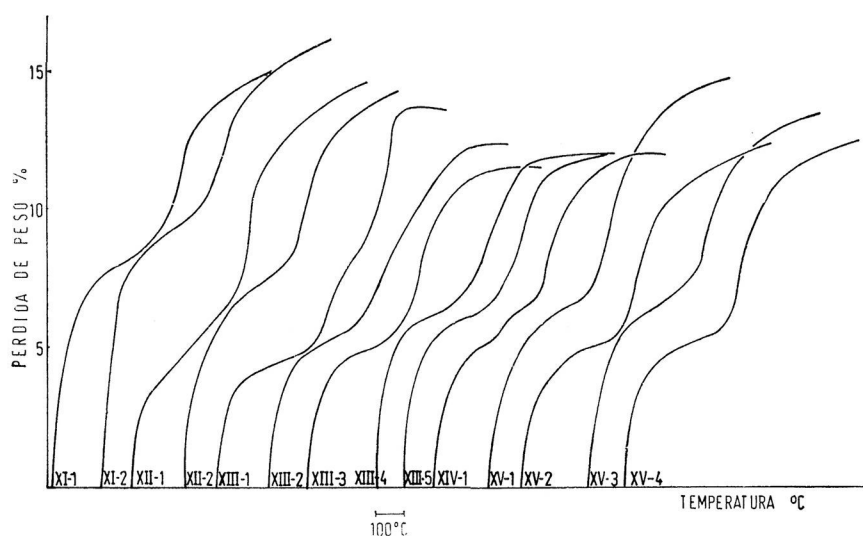


FIG. 1

Curvas termogravimétricas de las arcillas de los yacimientos XI a XV

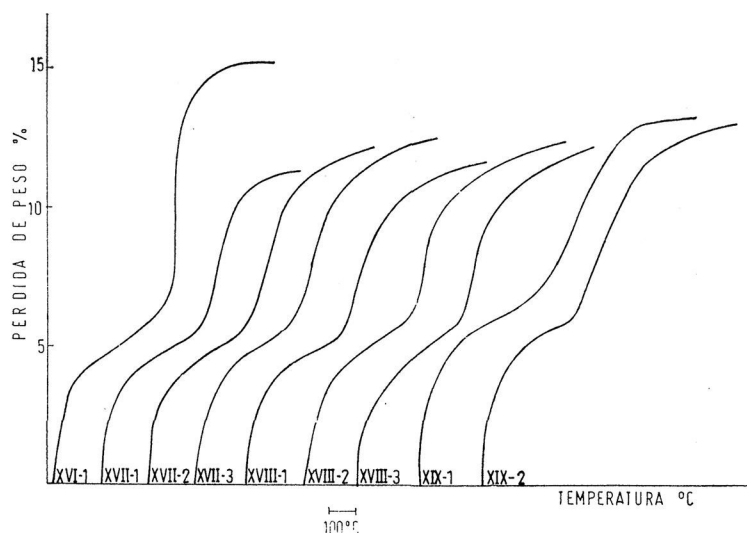


FIG. 2

Curvas termogravimétricas de las arcillas de los yacimientos XVI a XIX

TABLA III

Datos de análisis químico de las arcillas

Muestra	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	H ₂ O (—110°) %	H ₂ O (+110°) %	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
XI-1 XI-2	45,42	22,95	8,92	0,88	1,44	1,98	1,73	0,71	3,63	10,65	1,97
	46,22	23,60	7,85	0,58	1,59	2,08	2,55	0,63		11,25	1,95
XII-1 XII-2	43,38	28,04	9,82	0,58	0,81	1,69	2,26	0,81	1,79	9,94	1,55
	46,00	27,85	8,92	0,58	1,01	2,68	0,89	0,63	2,82	10,18	1,65
XIII-1 XIII-2 XIII-3 XIII-5	46,56	16,99	6,60	0,50	7,35	1,73	3,37	1,08	2,19	11,93	2,74
	49,36	19,26	7,14	0,50	6,77	2,31	3,42	1,03	2,58	9,50	2,56
	44,58	25,48	10,53	0,63	0,75	1,59	4,82	1,03	2,30	9,08	1,75
	45,38	21,77	9,57	0,58	1,08	2,10	2,41	1,03	3,16	11,18	2,07
XIV-1	43,50	26,90	9,46	0,58	0,88	1,92	2,84	0,82	2,28	9,71	1,62
XV-1 XV-2 XV-3 XV-4	43,50	26,54	9,64	0,58	0,49	1,96	2,99	0,54	2,44	10,19	1,64
	43,92	24,60	7,85	0,63	1,07	1,83	2,99	3,15	3,18	9,77	1,78
	43,98	25,07	8,39	0,60	0,90	1,87	3,47	0,84	2,53	10,45	1,75
	44,24	27,38	8,57	0,65	0,63	2,14	2,89	0,60	2,30	9,53	1,62
XVI-1	43,02	26,43	9,46	0,58	0,65	1,92	3,42	1,06	2,19	10,37	1,63
XVII-1 XVII-2 XVII-3	42,26	26,90	10,00	0,58	0,64	1,81	2,99	0,90	2,43	10,14	1,57
	43,88	27,37	9,10	0,58	0,29	1,96	3,71	0,81	2,43	9,42	1,60
	42,96	26,69	8,57	0,50	0,77	1,63	3,47	0,71	2,64	9,87	1,61
XVIII-1 XVIII-2 XVIII-3	43,88	26,64	9,11	0,70	0,44	1,45	3,18	0,76	2,62	9,23	1,65
	44,16	27,99	9,36	0,70	0,56	1,17	2,02	0,71	2,26	9,40	1,58
	43,48	29,45	9,54	1,06	0,44	1,37	2,22	0,60	2,37	8,55	1,48
XIX-1 XIX-2	43,68	27,81	7,51	0,53	1,08	2,21	2,31	0,69	3,52	9,34	1,57
	43,84	27,04	10,36	0,75	0,49	1,41	2,22	0,69	2,38	9,54	1,62

correspondiente a la separación del agua de hidratación, seguida de otra pérdida de velocidad máxima entre 400-500° C, debida a la deshidroxilación. Aunque es difícil establecer correlaciones rigurosas entre la naturaleza de las mezclas de arcilla y el hábito de las curvas a que dan lugar, se observa en general que las más hidratadas corresponden a las de mayor capacidad de cambio, y que las de capacidad de cambio baja tienen pequeños contenidos en agua de hidratación. Basta comparar, a este respecto, los valores correspondientes a las muestras XI-1 y XI-2, para las que el agua de hidratación estimada de las curvas importa valores próximos al 8 %, frente a valores comprendidos por lo general entre 3 y 5 % para el resto de las muestras. Esta circunstancia apoya la presencia de montmorillonita en las muestras XI-1 y XI-2 y la ausencia o presencia en pequeña proporción de minerales hinchables en las restantes.

En las figuras 3 y 4 se muestran las curvas de análisis térmico diferencial. Todos los registros presentan un efecto endotérmico a 100-200° C más o menos acusado motivado por la deshidratación de illita en unos casos y de illita y montmorillonita en otros, seguido muchas veces de otro de pequeña intensidad alrededor de los 220° C, característico de la deshidratación de cationes divalentes en la montmorillonita. Algunas curvas (XI-1, XI-2, XII-1, XIII-2, XVI-1, XVII-1, XIX-2) presentan un ligero efecto endotérmico a 330° C debido a la deshidratación de óxidos de hierro o aluminio hidratados. En la zona 550-600° C aparece otro pico más o menos intenso que puede ser atribuido a la deshidroxilación de mezclas de illita y caolín.

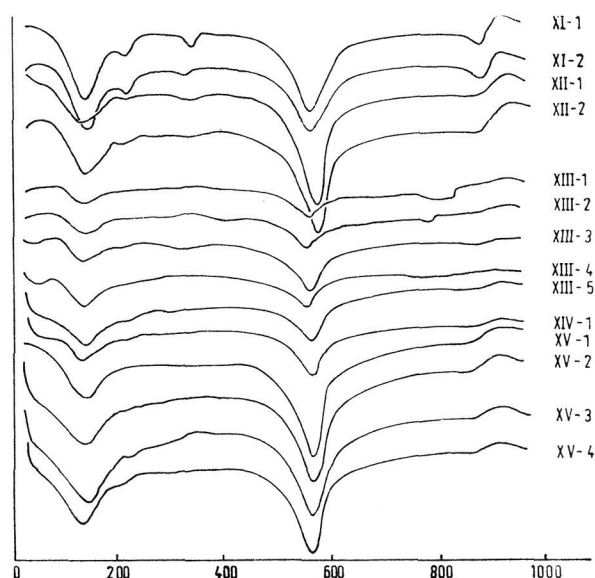


FIG. 3

Curvas térmico diferenciales de las arcillas de los yacimientos XI a XV. (En las curvas XIII-1 a XIV-1 la sensibilidad del registro fue la mitad que en las restantes)

En las tablas IV, V, VI y VII se incluyen las lecturas de los diagramas de difracción de rayos de las muestras naturales o tratadas con etilenglicol. En todos los casos, excepto en las muestras XIII-1, XIII-2, XIV-1, XV-1, XV-3 y XVII-3, aparece una reflexión a la que corresponde un espaciado que oscila entre 13,58 y 15,22 Å, carac-

TABLA IV
 Datos de difracción de rayos X de las arcillas XI-1 a XIII-2

XI-1				XI-2				XII-1				XII-2				XIII-1				XIII-2			
Polvo		Polvo+EG		Polvo		Polvo+EG		Polvo		Polvo+EG		Polvo		Polvo+EG		Polvo		Polvo+EG		Polvo		Polvo	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
14,71	6	17,04	7	15,22	5	17,04	8	13,58	1 dif	17,00	2 dif	14,24	3	16,85	7	10,04	5	10,40	7	10,40	7	10,40	7
10,04	2	9,90	2	10,15	1	10,04	2	10,04	3	10,04	4	10,40	4	10,40	7	7,18	2	7,18	3	7,18	3	7,18	3
7,18	2	7,13	2	7,18	1	8,41	1	7,18	3	7,18	4	7,18	3	8,26	1	4,97	1	4,97	1	4,97	1	4,97	1
5,71	1	5,53	1	5,67	1	7,18	2	4,98	2	4,99	2	4,92	1	7,18	5	4,48	5	4,48	5	4,48	5	4,48	5
4,48	8	4,97	1	4,48	8	5,62	1	4,48	5	4,48	6	4,48	7	6,30	1	4,48	4	4,48	4	4,48	4	4,48	4
4,18	4	4,48	8	4,18	3	4,98	1	4,08	3	4,08	3	4,12	3	5,43	1	3,89	2	3,89	2	3,89	2	3,89	2
3,89	1	4,18	4	3,89	1	4,48	7	3,89	2	3,89	2	3,89	2	5,00	1	3,78	1	3,78	1	3,78	1	3,78	1
3,45	1	3,89	1	3,45	1	4,17	3	3,73	2	3,73	2	3,73	2	4,48	8	3,53	1	3,53	1	3,53	1	3,53	1
3,33	7	3,45	1	3,33	4	3,86	2	3,49	2	3,49	2	3,49	1	4,16	6	3,36	8	3,36	8	3,36	8	3,36	8
3,20	1	3,34	7	3,18	1	3,45	1	3,34	4	3,34	4	3,33	5	3,90	2	3,20	1	3,20	1	3,20	1	3,20	1
2,90	1	3,20	1	2,86	1	3,33	4	3,18	2	3,18	2	3,21	1	3,73	1	3,02	7	3,02	7	3,02	7	3,02	7
2,65	2	2,89	1	2,67	1	3,18	1	3,09	2	3,09	2	2,99	1	3,49	2	2,85	1	2,85	1	2,85	1	2,85	1
2,56	8	2,65	2	2,57	8	2,86	1	2,99	2	2,99	2	2,68	1	3,33	7	2,80	1	2,80	1	2,80	1	2,80	1
2,44	6	2,56	8	2,44	4	2,57	8	2,68	1	2,68	1	2,57	7	3,20	2	2,57	5	2,57	5	2,57	5	2,57	5
2,37	1	2,44	6	2,37	1	2,44	4	2,57	6	2,57	6	2,44	4	2,98	2	2,50	1	2,50	1	2,50	1	2,50	1
2,24	1	2,37	1	2,15	1	2,36	1	2,44	3	2,44	3	2,31	1	2,83	1	2,47	1	2,47	1	2,47	1	2,47	1
2,19	1	2,24	1	2,11	1	2,15	1	2,22	1	2,22	1	2,13	1	2,77	1	2,39	1	2,39	1	2,39	1	2,39	1
2,11	1	2,19	1	2,04	1	2,04	1	2,13	1	2,13	1	1,66	b	2,68	1	2,35	1	2,35	1	2,35	1	2,35	1
1,66	b	2,11	1	1,66	b	1,66	b	1,66	b	1,66	b	1,49	4	2,56	8	2,27	2	2,27	2	2,27	2	2,27	2
1,51	7	1,66	b	1,50	7	1,50	7	1,54	4	1,54	4	1,28	1	2,44	4	2,25	1	2,25	1	2,25	1	2,25	1
1,28	4	1,28	4	1,45	2	1,45	2	1,54	4	1,54	4	1,28	1	2,36	b	2,14	2	2,14	2	2,14	2	2,14	2
														2,23	2	2,12	2	2,12	2	2,12	2	2,12	2
														2,17	1	1,91	2	1,91	2	1,91	2	1,91	2
														2,13	2	1,87	2	1,87	2	1,87	2	1,87	2
														1,99	b dif	1,82	2	1,82	2	1,82	2	1,82	2
														1,66	b	1,66	b	1,66	b	1,66	b	1,66	b
														1,49	7	1,60	1	1,60	1	1,60	1	1,60	1
																1,54	2	1,54	2	1,54	2	1,54	2
																1,50	1	1,50	1	1,50	1	1,50	1
																1,37	2	1,37	2	1,37	2	1,37	2

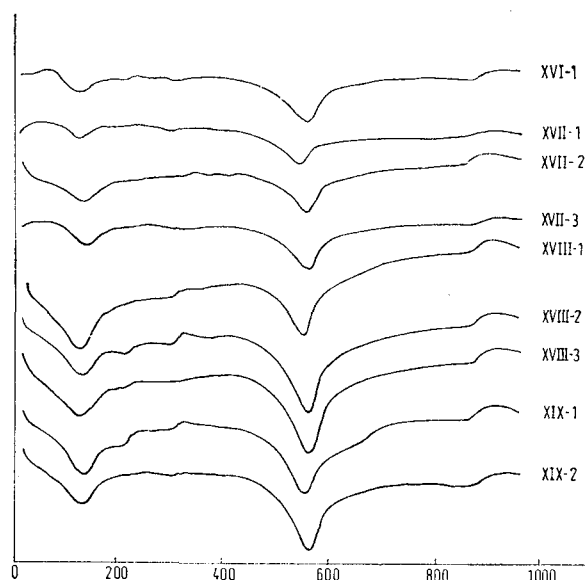


FIG. 4

Curvas térmico diferenciales de las arcillas de los yacimientos XVI a XIX. (En las curvas del yacimiento XVII la sensibilidad del registro fue la mitad que en las restantes)

terístico de montmorillonita, ya que se desplaza hasta aproximadamente $17 \text{ \AA}$ por tratamiento con etilenglicol. Constituyen una excepción las muestras XVII-1 y XVII-2 en las que la línea a $14,15 \text{ \AA}$ no se modifica con este tratamiento, lo que indica que debe corresponder a clorita o vermiculita. Con el fin de saber a cual de estos dos minerales pertenece, se procedió al tratamiento de las muestras con dimetilsulfóxido en caliente (GONZÁLEZ GARCÍA & SÁNCHEZ CAMAZANO, 1968), observándose la formación del complejo vermiculita-dimetilsulfóxido a $17,66 \text{ \AA}$. Aparecen también en todos los diagramas espaciados a $10 \text{ \AA}$ y a $7 \text{ \AA}$ de illita y caolín respectivamente. Cabe señalar la presencia de cuarzo, en algunas muestras, a juzgar por las líneas a $4,27$, $3,33$ y $1,82 \text{ \AA}$, así como la de pequeñas proporciones de goethita (línea a $4,17 \text{ \AA}$).

Las muestras XII-2 y XIII-2 presentan un espaciado a $10,40 \text{ \AA}$ bastante intenso, que junto con las reflexiones a $6,4 \text{ \AA}$ y $5,4 \text{ \AA}$ revelan la presencia de atapulgita en estas arcillas.

A partir de las intensidades relativas de los espaciados fundamentales de los diagramas de rayos X y con ayuda de los resultados obtenidos mediante las demás técnicas se ha calculado la composición mineralógica de las arcillas. Aunque se trata de una estimación aproximada se ha creído conveniente expresarla en porcentajes, en lugar de utilizar términos tan ambiguos como poco, mucho y medio. Los resultados se incluyen en la tabla VIII.

Del análisis de los resultados de la tabla se puede concluir que las arcillas de los yacimientos estudiados son fundamentalmente ilíticas, con contenidos en este mineral que oscilan entre 55 y 85 %. Existe siempre caolín en proporciones del 10 al 20 %. Sólo hay montmorillonita en proporción elevada en las dos muestras del yacimiento XI; cantidades menos importantes de este mineral tienen algunas muestras de los yacimientos XII, XIII, XV, XVI, XVIII y XIX. Hay además vermiculita en las arcillas 1 y 2 del yacimiento XVII y atapulgita en las muestras XII-2 y XIII-2.

TABLA V

Datos de difracción de rayos X de las arcillas XIII-3 a XV-2

XIII-3			XIII-4			XIII-5			XIV-1		XV-1		XV-2	
Polvo		Polvo+EG	Polvo		Polvo+EG	Polvo		Polvo+EG	Polvo		Polvo		Polvo+EG	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d
14,47	1	17,00	1	14,31	1	17,00	1	10,04	4	10,08	8	14,15	1 dif	17,00
10,04	4	10,04	3	10,04	5	10,04	5	7,18	2	1,18	6	9,98	7	9,98
7,18	3	7,18	2	7,18	4	7,18	4	4,97	1	5,00	2	7,18	5	7,18
4,97	1	4,97	1	4,97	2	4,97	2	4,48	5	4,49	8	5,00	1	5,00
4,48	7	4,48	6	4,48	7	4,48	7	4,39	1	4,20	2	4,73	1	4,73
4,22	4	4,22	1	4,28	1	4,12	1	3,89	1	3,91	2	4,49	8	4,49
4,20	4	4,20	1	3,78	1	3,89	1	3,79	1	3,78	2	4,20	1	4,20
3,89	2	3,89	1	3,53	1	3,54	1	3,49	1	3,53	3	3,91	2	3,91
3,53	2	3,53	5	3,36	5	3,36	5	3,36	5	3,38	5	3,78	2	3,78
3,36	7	3,36	1	3,20	3	3,20	3	3,22	2	3,21	3	3,53	2	3,53
3,20	1	3,20	1	3,02	1	2,98	3	2,97	1	3,02	3	3,34	6	3,34
3,02	1	3,02	1	2,79	1	2,89	1	2,87	1	2,88	2	3,20	3	3,20
2,61	1	2,61	5	2,56	5	2,80	1	2,57	5	2,83	1	3,00	3	3,00
2,57	6	2,57	1	2,45	1	2,57	6	2,45	2	2,65	1	2,87	2	2,87
2,44	5	2,44	1	2,39	1	2,47	2	2,39	2	2,60	7	2,82	1	2,82
2,39	1	2,39	1	2,19	1	2,40	2	2,26	1	2,48	2	2,60	1	2,60
2,17	1	2,17	b	1,66	b	2,26	1	2,14	1	2,40	2	2,58	7	2,58
2,13	1	2,13	b	1,50	3	2,13	1	2,01	b	2,27	2	2,44	2	2,44
1,98	1	1,98	3	1,29	2	2,00	1	1,50	3	2,24	1	2,39	2	2,39
1,82	1	1,82	2	1,29	2	1,66	b	1,29	1	2,14	2	2,26	1	2,26
1,66	b	1,66	1	1,50	4	1,66	4	1,25	1	2,00	2	2,19	1	2,19
1,55	1	1,55	b	1,34	1	1,50	1	1,34	b	1,66	b	2,13	1	2,13
1,50	4	1,50	1	1,29	2	1,34	1	1,29	5	1,50	5	1,99	1	1,99
1,40	1	1,40	1	1,25	1	1,25	1	1,25	1	1,36	1	1,54	b	1,54
1,35	1	1,35	1	1,25	1	1,25	1	1,25	2	1,30	2	1,50	5	1,50
1,33	2	1,33	2	1,25	1	1,25	1	1,25	1	1,25	1	1,34	1	1,34
												1,29	2	1,29
												1,24	1	1,24

TABLA VI

Datos de difracción de rayos X de las arcillas XV-3 a XVIII-1

XV-3		XV-4				XVI-1				XVII-1				XVII-2				XVII-3				XVIII-1			
Polvo		Polvo		Polvo+EG		Polvo		Polvo+EG		Polvo		Polvo		Polvo		Polvo		Polvo		Polvo		Polvo		Polvo+EG	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
9,98	6	14,24	2	17,00	1 ^{dir}	14,24	1	17,00	1 ^{dir}	14,15	2	14,15	2	14,15	2	10,04	7	10,04	7	10,04	7	17,00	1 ^{dir}	17,00	1 ^{dir}
7,18	3	9,98	6	9,98	6	10,04	3	10,04	2	10,04	7	10,04	7	10,04	7	7,18	5	7,18	5	7,18	5	9,99	6	9,99	6
4,95	1	7,18	5	7,18	4	7,18	3	7,18	2	7,18	5	7,18	5	7,18	5	4,97	1	4,97	1	4,97	1	7,18	4	7,18	4
4,48	7	4,97	2	4,97	1	4,97	1	4,97	1	4,97	1	4,97	1	4,97	1	4,48	9	4,48	9	4,48	9	4,97	2	4,97	2
4,22	1	4,76	1	4,48	8	4,71	1	4,48	8	4,74	1	4,48	1	4,48	7	4,12	2	4,12	2	4,12	2	4,48	8	4,48	8
4,00	1	4,48	9	4,32	1	4,48	8	4,39	2	4,48	7	4,48	7	4,28	1	3,91	2	3,91	2	3,91	2	4,20	2	4,20	2
3,73	1	4,32	1	4,18	1	4,39	2	4,18	2	4,28	2	4,28	2	4,12	1	3,75	2	3,75	2	3,75	2	4,12	2	4,12	2
3,51	2	4,18	1	3,89	2	4,18	2	3,89	1	4,09	2	4,09	2	3,91	2	3,50	3	3,50	3	3,50	3	3,88	2	3,88	2
3,33	6	3,89	2	3,75	1	3,89	1	3,75	1	3,89	2	3,89	2	3,75	2	3,36	8	3,36	8	3,36	8	3,73	2	3,73	2
3,21	3	3,75	2	3,49	3	3,75	1	3,21	1	3,72	2	3,72	2	3,50	2	3,21	2	3,21	2	3,21	2	3,49	3	3,49	3
2,98	3	3,49	3	3,33	7	3,50	1	3,01	1	3,54	2	3,54	2	3,36	5	3,00	2	3,00	2	3,00	2	3,33	6	3,33	6
2,85	1	3,33	7	3,21	4	3,36	8	2,87	1	3,46	2	3,46	2	3,21	3	2,88	1	2,88	1	2,88	1	3,20	3	3,20	3
2,58	7	3,21	4	2,99	4	3,21	1	2,69	1	3,33	6	3,33	6	3,00	3	2,79	1	2,79	1	2,79	1	2,98	3	2,98	3
2,45	1	2,99	4	2,87	3	3,01	1	2,57	8	3,19	2	3,19	2	2,88	1	2,69	1	2,69	1	2,69	1	2,87	2	2,87	2
2,39	1	2,87	3	2,79	2	2,87	1	2,45	2	3,00	2	3,00	2	2,69	1	2,57	9	2,57	9	2,57	9	2,77	1	2,77	1
2,26	1	2,79	2	2,57	8	2,69	1	2,39	2	2,84	1	2,84	1	2,57	6	2,45	3	2,45	3	2,45	3	2,56	7	2,56	7
2,20	1	2,68	1	2,44	2	2,57	8	2,26	2	2,79	1	2,79	1	2,45	3	2,37	3	2,37	3	2,37	3	2,44	3	2,44	3
2,13	1	2,57	8	2,38	2	2,45	2	2,13	2	2,68	1	2,68	1	2,37	3	2,25	2	2,25	2	2,25	2	2,41	3	2,41	3
1,99	1	2,44	2	2,26	1	2,39	2	1,99	1	2,57	7	2,57	7	2,25	1	2,19	1	2,19	1	2,19	1	2,25	2	2,25	2
1,66	b	2,38	2	2,13	2	2,26	2	1,82	2	2,45	3	2,45	3	2,13	2	2,13	2	2,13	2	2,13	2	2,19	2	2,19	2
1,50	4	2,26	1	1,99	1	2,13	2	1,66	1	2,38	3	2,38	3	1,99	1	1,99	1	1,99	1	1,99	1	2,13	2	2,13	2
1,34	1	2,20	1	1,66	b	1,99	1	1,54	2	2,25	2	2,25	2	1,66	b	1,82	1	1,82	1	1,82	1	1,99	1	1,99	1
1,29	2	2,13	2	1,50	5	1,82	2	1,50	6	2,00	2	2,00	2	1,50	4	1,65	b	1,65	b	1,65	b	1,66	b	1,66	b
1,25	2	1,99	1	1,34	1	1,66	1	1,45	1	1,99	2	1,99	2	1,29	2	1,50	6	1,50	6	1,50	6	1,49	6	1,49	6
		1,66	b	1,29	2	1,54	2	1,37	2	1,90	1	1,90	1	1,24	1	1,29	2	1,29	2	1,29	2	1,49	6	1,49	6
		1,50	5	1,24	1	1,45	1	1,29	2	1,66	b	1,66	b	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,29	2	1,29	2
		1,34	1	1,24	1	1,37	2	1,24	1	1,50	4	1,50	4	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1
		1,29	2	1,24	1	1,29	2	1,24	1	1,29	2	1,29	2	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1
		1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1	1,24	1

TABLA VIII

Composición semicuantitativa de las arcillas

Muestra	Ilita %	Caolín %	Montmori- llonita %	Vermicu- lita %	Atapul- gita %	Minerales accesorios
XI-1	60	10	30	—	—	Goethita, feldespato
XI-2	55	10	35	—	—	Goethita, feldespato
XII-1	80	15	5	—	—	Goethita
XII-2	55	15	15	—	15	Goethita
XIII-1	85	15	—	—	—	Cuarzo
XIII-2	75	15	—	—	10	Cuarzo
XIII-3	75	20	5	—	—	—
XIII-4	80	10	10	—	—	Cuarzo
XIII-5	80	10	10	—	—	Goethita
XIV-1	80	20	—	—	—	—
XV-1	80	20	—	—	—	—
XV-2	75	15	10	—	—	—
XV-3	85	15	—	—	—	—
XV-4	80	10	10	—	—	Goethita
XVI-1	75	15	10	—	—	Goethita
XVII-1	80	10	—	10	—	Goethita
XVII-2	80	10	—	10	—	Goethita
XVII-3	80	20	—	—	—	Goethita
XVIII-1	85	10	5	—	—	—
XVIII-2	70	20	10	—	—	—
XVIII-3	85	10	5	—	—	—
XIX-1	75	15	10	—	—	Goethita
XIX-2	80	15	5	—	—	Goethita

BIBLIOGRAFIA

GONZÁLEZ GARCÍA, S. & SÁNCHEZ CAMAZANO, M. (1968): *Aplicación del dimetil-sulfóxido en la identificación de minerales de la arcilla en mezclas*. An. Edaf. Agrobiol., 27, 581-592.

JACOB, J. (1944): *Guía para el análisis químico de las rocas*. Monografías del C.S.I.C. Madrid.

- SÁNCHEZ CAMAZANO, M. & VICENTE HERNÁNDEZ, M. A. (1973): *Estudio fisicoquímico de arcillas cerámicas de la provincia de Zamora. I. Yacimientos terciarios y cuaternarios de la margen izquierda de la depresión del Duero*. Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr. (en prensa).
- VICENTE HERNÁNDEZ, M. A. (1971): *Estudio de arcillas cerámicas de la provincia de Salamanca*. Acta Salmanticensia, Ciencias, 37, 122-153.
- VICENTE HERNÁNDEZ, M. A.; GONZÁLEZ GARCÍA, S. & SÁNCHEZ CAMAZANO, M. (1973): *Estudio de arcillas cerámicas de la provincia de Salamanca. I. Estudio fisicoquímico*. Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr., 13, 129-141.
- VICENTE HERNÁNDEZ, M. A. & SÁNCHEZ CAMAZANO, M. (1974): *Estudio tecnológico de arcillas cerámicas de la provincia de Zamora*. Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr. (en prensa).

(Recibido el 1 - II - 74)