

MINERALOGIA DE ARCILLAS DE LA SABANA DE BOGOTA (COLOMBIA)⁽¹⁾**J. RUBIO DE CUBIDES*****C. RODRIGUEZ PASCUAL****

* Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

** Instituto de Edafología y Biología vegetal, C.S.I.C. (Madrid).

En arcillas terciarias y cuaternarias de la sabana de Bogotá (Colombia) se determina la composición mineralógica mediante la difracción de rayos X y análisis químico. Estas arcillas pertenecen a las formaciones Tilatá y Sabana.

Las primeras están constituidas fundamentalmente por caolinitas desordenadas o «fire-clay», acompañadas siempre de mica-illita y cuarzo.

Las segundas son una mezcla de caolinitas desordenadas «fire-clay», esmectitas, mica-illita y cuarzo.

Mineralogy of clays from the savannah of Bogota (Colombia)

The mineralogical composition of tertiary and quaternary clays from the savannah of Bogotá (Colombia) was determined by means of X-ray diffraction and chemical analyses. These clays belong to the Tilatá and Sabana formations. The first ones are constituted mainly by disordered kaolinites or fire-clays always accompanied by mica-illite and quartz. The second ones are a mixture of disordered kaolinites or fire-clays, smectites, mica-illite and quartz.

Mineralogie des argiles de la savane de Bogota (Colombie)

Au moyen de la diffraction des rayons X et de l'analyse chimique, on détermine la composition minéralogique des argiles tertiaires et quaternaires de la savane de Bogotá en Colombie. Ces argiles appartiennent aux formations Tilatá et Sabana.

Les premières se composent essentiellement de kaolinites désordonnées ou d'argiles réfractaires s'accompagnant toujours de mica-illite et de quartz.

Les secondes sont un mélange de kaolinites désordonnées ou d'argiles réfractaires, de smectites, de mica-illite et de quartz.

Mineralogie der Tone der Savanne von Bogotá (Kolumbien)

Für tertiäre und quaternäre Tone der Savanne von Bogotá (Kolumbien) wird durch Röntgenstrahlenbeugung und chemische Analyse die mineralogische Zusammensetzung bestimmt. Die untersuchten Tone stammen aus den Vorkommen von Tilatá und Sabana.

Erstere bestehen im wesentlichen aus ungeordneten Kaoliniten oder «fire-clay», die stets Beimengungen von Glimmer-Illit und Quarz enthalten.

Die Savannen-Tone sind eine Mischung von ungeordneten Kaoliniten («fire-clay»), Seifenerde, Glimmer-Illit und Quarz.

1. INTRODUCCION

En la sabana de Bogotá se encuentran diversos yacimientos de arcilla de variada composición, que generalmente no se les da el aprovechamiento debido, especialmente por la falta de conocimiento de la naturaleza y propiedades de tales materiales.

En este trabajo se estudian muestras de materiales arcillosos procedentes de tres yacimientos de la sabana antes mencionada, y situados dentro de dos formaciones estratigráficas: formación Tilatá y formación Sabana.

Con el fin de obtener la composición mineralógica y estimación cuantitativa de los materiales procedentes de dichas formaciones se hace un estudio mediante difracción de rayos X y análisis químico, principalmente de la fracción arcilla.

2. GEOLOGIA

La estratigrafía de la sabana de Bogotá fue estudiada por Hubach E. (1), quien la describe como una cuenca terciaria, compleja, en donde asoman diferentes formaciones que van desde el cenomaniense superior hasta el pleistoceno y reciente. Dentro de esas formaciones están la formación Tilatá y la formación Sabana. La formación Tilatá (plioceno continental), está ubicada en las regiones marginales y valles un poco más altos que la propia planicie de la sabana y es una formación que se halla en capas horizontales formadas alternativamente de gredas, arenas y cascajos con intercalación de caolín y con unos 100 m de grueso visible. Durante el plioceno y posiblemente el pleistoceno más inferior, se depositó la formación Tilatá en valles desembocando en la propia sabana y cerca de la base de los cerros que la circundan.

La formación Sabana (cuaternario) se trata de depósitos lacustres paludales y marginales distribuidos en

(1) Original recibido el 7 de enero de 1985.

toda la planicie y en los valles que desembocan en ella, como también en algunos cerros bajos. En las partes altas, arriba de 3.000 m sobre el nivel del mar, se encuentran depósitos glaciares como es la zona de Cruz Verde al sureste de Bogotá.

El pleistoceno del interior de la sabana se compone de arcillas plásticas, grises, lacustres, restos de madera, de diatomitas y de arenas finas y medias cuyo espesor pasa de 200 m. En tal formación se han encontrado restos de mastodontes y vertebrados, de los que hay una colección en el Museo Geológico Nacional de Bogotá.

3. MATERIALES

Descripción de las muestras:

Muestra 1: Tomada a 1/2 km de Chocontá (más o menos a 80 km al norte de Bogotá), por la carretera a Guateque. Es una formación que presenta facies lenticulares arcillosas, conglomeráticas y algunas limolíticas, en general blancas con algunos planos rojos. Son notorias algunas facies de canal. Pertenece esta muestra a la formación Tilatá.

Muestra 2: Cogida más o menos a 2 km al noroeste de Chocontá. Es un yacimiento de la misma formación anterior y suministra materia prima a una pequeña ladrillera. Es una arcilla abigarrada, moteada de amarillo y rojo, algo limolítica, de aspecto lacustre.

Muestra 3: Tomada en un yacimiento que suministra materia prima a la «Ladrillera Alemana», situada sobre la margen oriental de la carretera que conduce a Usme, a uno y medio km de la cárcel de la Picota. Es un material uniforme blanquecino con algunos tintes negros. La for-

mación estratigráfica a que pertenece es la formación Sabana.

Muestras, 4, 5 y 6: Estas muestras pertenecen a un perfil o corte de un yacimiento que suministra materia prima a la «Ladrillera El Salitre». Dicho yacimiento está localizado en Soacha, barriado situado en la parte sur de Bogotá. La muestra 4 se tomó a 8 m de la superficie y tiene un color grisáceo moteado de amarillo, la 5, a 4 m de la superficie y es de color grisáceo, y la 6, a 20 cm de la superficie y es grisácea oscura.

En el mapa geológico de la sabana de Bogotá (Fig. 1) están localizados los sitios de donde proceden dichas muestras.

4. TECNICAS Y METODOS EXPERIMENTALES

La fracción menor de 2 mm fue obtenida de la muestra representativa del mineral, tomada del depósito industrial, ésta se secó al aire, se trituró con martillo y rodillo de madera y se pasó a través de un tamiz de 2 mm.

La fracción de diámetro esférico equivalente a $\leq 2 \mu\text{m}$ (fracción arcilla) de las muestras, fue obtenida por sedimentación controlada, a partir de soluciones acuosas al 0,5%, se utilizó como dispersante hexametafosfato sódico y fuerte agitación mecánica.

Una vez extraída la fracción arcilla se eliminó la materia orgánica con H_2O_2 de 20 volúmenes en las muestras 5 y 6, ya que demostraron presencia de ésta.

Para la identificación mineralógica de la fracción menor de 2 mm se utilizó la técnica de difracción de rayos X. Se realizaron los difractogramas de polvo desorientado. Los registros se obtuvieron en un difractómetro Philips PW 1130/00, utilizando radiación $\text{K}\alpha$ de Cu.

En el caso de la identificación mineralógica de la fracción arcilla se utilizó la técnica de difracción de rayos X.

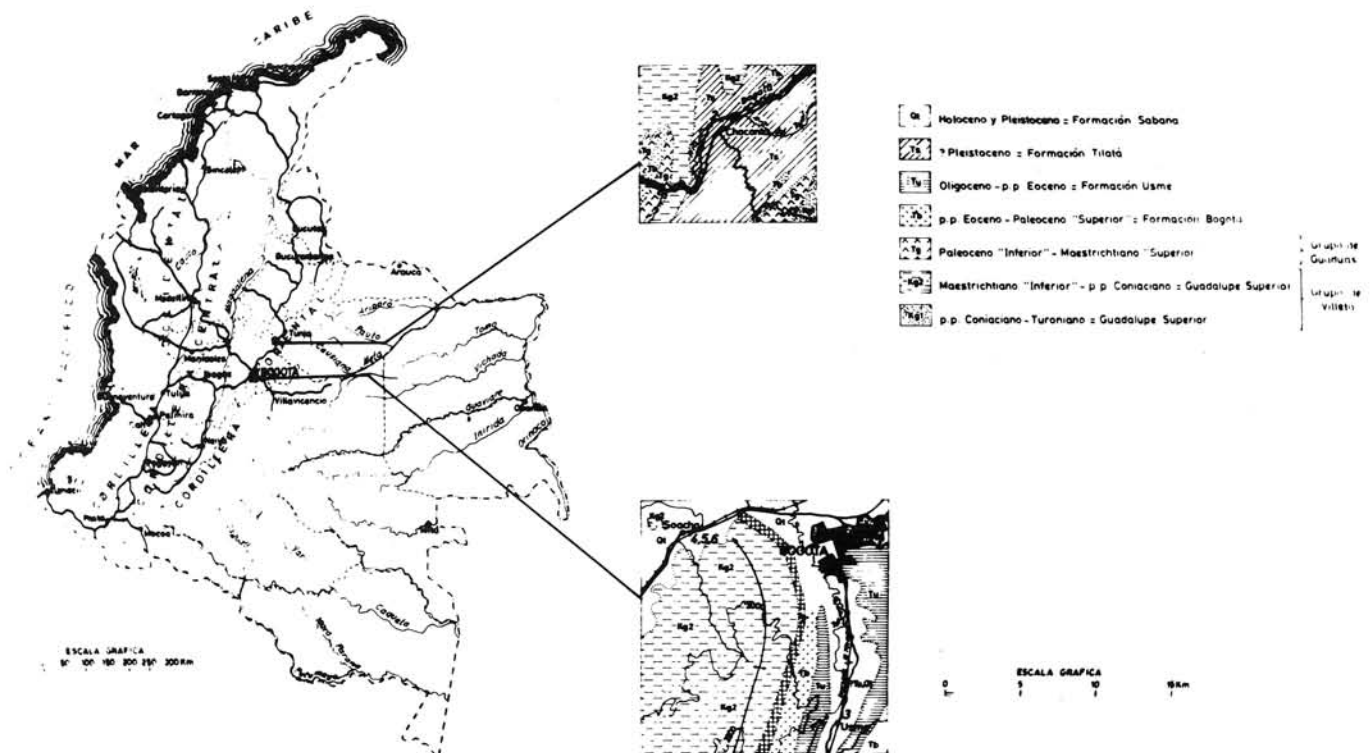


Fig. 1.—Localización y geología en la sabana de Bogotá. Colombia.

Se realizaron difractogramas de polvo desorientado; agregado orientado (A.O.) seco al aire, se considera una temperatura ambiente de 20°C; calentando a 105°C durante veinticuatro horas; a 500°C durante tres horas y arcilla solvatada con glicerina y etilen-glicol. Los registros se obtuvieron en el difractómetro descrito anteriormente.

El índice de cristalinidad se determinó registrando los difractogramas, por triplicado, de polvo desorientado y utilizando el método de Bates y col. (2).

El análisis granulométrico se realizó partiendo de una cantidad determinada de muestra, la cual fue sometida a sucesivos lavados con agua, bajo tamiz de 0,5 mm. Con el fin de separar, por una parte la fracción arena y, por otra, recoger la fracción limo y arcilla. Para obtener las fracciones limo y arcilla se siguió la técnica de sedimentación y se obtuvieron las fracciones siguientes: mayor de 0,5 mm, 0,5-0,05 mm, 50-20 μm, 8-2 μm y menor de 2 μm.

Los análisis cuantitativos de los elementos mayoritarios se llevan a cabo por espectrometría de rayos X, siguiendo el método descrito por Norrish y Hutton (3) y con las modificaciones de García-González y col. (4), previamente la muestra fue calentada a 1.050°C, durante 3 horas.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Estudio mineralógico de la fracción menor de 2 mm

Se realiza mediante difracción de rayos X, según el método de polvo desorientado.

Para la interpretación de los diagramas de rayos X se usaron las fichas de la ASTM, así como los criterios de Brown (5), Brindley y col. (6). Se determina la estimación semicuantitativa, empleando las reflexiones y poderes reflectantes dados por Johns y col. (7) y Ortega-Huertas (8).

En las muestras de formación Tilatá (Fig. 2) se encuentran gran número de reflexiones típicas del cuarzo y, como se ve en la tabla 1, éste es el mineral que está en grandes proporciones, superior en ambas muestras al 50%, acompañado de filosilicatos, principalmente minerales caoliníticos, como lo ponen de manifiesto las reflexiones basales a 7,1 Å (001) y 3,57 Å (002), entre otras.

En las muestras de formación Sabana (Fig. 3) se observa que el cuarzo es, como en las muestras anteriores, uno de los componentes mineralógicos, aunque la proporción de éste es algo menor que en las muestras de la formación Tilatá. En este grupo son los filosilicatos los mayoritarios y se llega al más del 70% en algunas de ellas. Entre estos minerales laminares también son abundantes los minerales caoliníticos.

5.2. Estudio mineralógico de la fracción menor de 2 μm

5.2.1. DIFRACCION DE RAYOS X

Los diagramas de difracción de rayos X (DRX) de la fracción arcilla de las muestras pertenecientes a la formación Tilatá se dan en la Fig. 4; como se puede ver, ambas muestras son muy similares, por lo cual las vamos a comentar juntas. En los diagramas de polvo desorientado

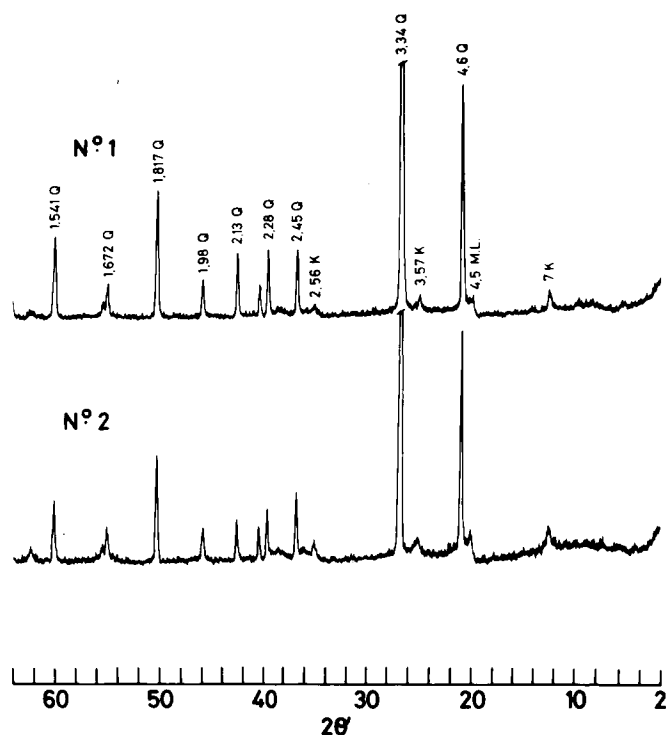


Fig. 2.—Diagramas de difracción de rayos X de la fracción menor de 2 mm de muestras de la formación Tilatá. K = caolinita, ML = minerales laminares o filosilicatos y Q = cuarzo.

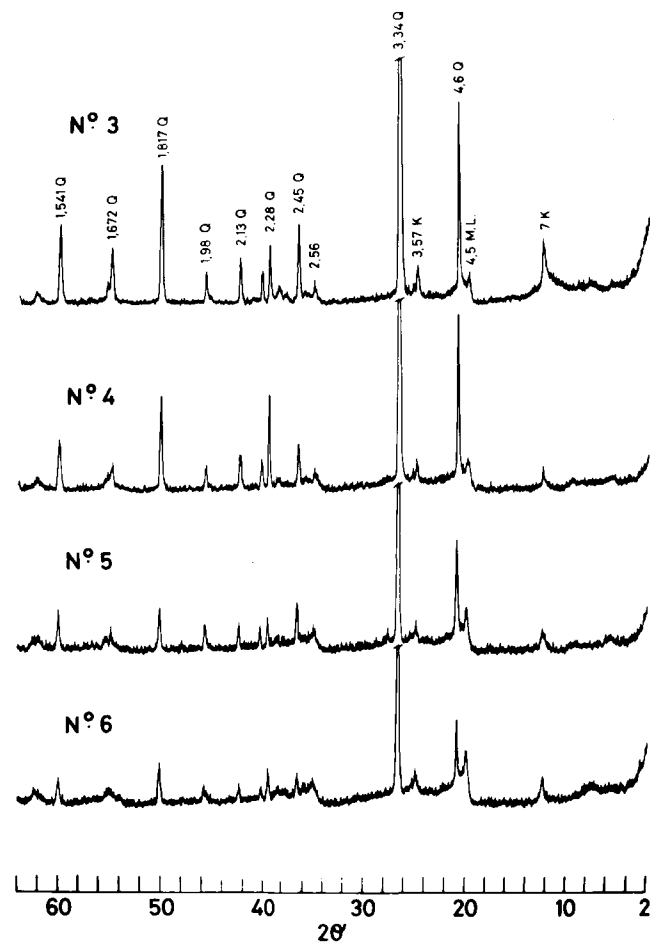


Fig. 3.—Diagramas de difracción de rayos X de la fracción menor de 2 mm de muestras de la formación sabana. K = caolinita, ML = minerales laminares o filosilicatos y Q = cuarzo.

se observan dos efectos intensos a $7,1 \text{ \AA}$ (001) y $3,57 \text{ \AA}$ (002), que ponen de manifiesto la existencia de minerales de tipo 1:1 del grupo de la caolinita, acompañado de un efecto asimétrico hacia ángulos altos a $4,5 \text{ \AA}$, así como los dobletes a $2,57\text{-}2,50 \text{ \AA}$ y $2,37\text{-}2,33 \text{ \AA}$. Todo lo anteriormente expuesto indica que se trata de una caolinita desordenada o «fire-clay», similar a la encontrada por Robertson y col. (9), en una caolinita de Pugu (Tangánica) y por Fleurence y col. (10) y Dubreuilh y col. (11), en caolinitas de Provins y de Charentes (Francia). En los diagramas aparecen líneas a 10 \AA (001); $4,9 \text{ \AA}$ (002) y $3,34 \text{ \AA}$ (003) atribuidas a mica-ilita.

En los diagramas DRX de los agregados orientados secos al aire, se confirma la gran proporción de minerales caoliníticos contenidos en ambas muestras. Los minerales mica-ilita están en la muestra 1 más transformados en ilita que en la 2; en esta última, al estar la mica menos degradada, aparecen en el diagrama hasta la reflexión basal a $1,99 \text{ \AA}$ (005), esto no aparece en la figura 4. En los diagramas A.O. calentados a 105°C , las líneas correspondientes a la mica-ilita presentan mayor simetría y agudeza, principalmente la muestra 1, por estar la mica más degradada. En los difractogramas A.O. tratados con glicerina, en la muestra 1, el primer efecto de la mica-ilita a 10 \AA se hace más simétrico que en los diagramas anteriores y se observa una pequeña reflexión a $2\theta = 6^\circ$, o sea a 14 \AA , atribuible a ilita hinchable. Finalmente, en los diagramas de los A.O. calentado a 500°C , desaparecen las líneas de los minerales caoliníticos, por destrucción de la red de estos filosilicatos, como se puede observar en el ATD, confirmando la existencia de estos minerales. El primer efecto de la mica-ilita a 10 \AA en la muestra 1 es asimétrico hacia ángulos bajos, debido a los distintos estados de hidratación de la ilita.

En estas muestras, así como en las demás que se estudian, aparece siempre la reflexión (060) a $1,488 \text{ \AA}$, lo que pone de manifiesto que los filosilicatos existentes están constituidos por minerales dioctaédricos.

Todos los hechos anteriores se han interpretado como producidos por la existencia de minerales dioctaédricos, en ambas muestras, cuya composición mineralógica es más del 60% de caolinita desordenada a «fire-clay» acompañada de mica-ilita, estando la mica más degradada en la muestra 1 y parte de esta mica-ilita es hinchable. A los filosilicatos anteriores le acompaña el cuarzo, efectos a $4,2 \text{ \AA}$, $3,34 \text{ \AA}$ y $1,817 \text{ \AA}$ entre otros, éste está en pequeña proporción (tabla 1).

Los diagramas de DRX de la fracción arcilla de las muestras pertenecientes a la formación Sabana se dan en las Fig. 5 y 6.

En el diagrama de polvo desorientado de la muestra 3, se observan dos efectos más agudos que en las dos muestras anteriores a $7,1 \text{ \AA}$ (001) y $3,57 \text{ \AA}$ (002), que indican la existencia de minerales del tipo 1:1 del grupo de la caolinita, acompañados de otros efectos a $4,5 \text{ \AA}$, $4,34 \text{ \AA}$ y $4,13 \text{ \AA}$, así como de dos tripletes a $2,55\text{-}2,52\text{-}2,49 \text{ \AA}$ y $2,37\text{-}2,33\text{-}2,29 \text{ \AA}$, que ponen de manifiesto un mayor orden en la estructura de esta caolinita.

Esto se confirma por el mayor índice de cristalinidad de Hickley (12) (tabla 1). Existe, asimismo, una reflexión en forma de banda, con el máximo de 10 \AA .

En el diagrama de A.O. seco al aire están las reflexiones basales de la caolinita reforzadas y las demás, atribuidas a este filosilicato, casi desaparecen. Se define

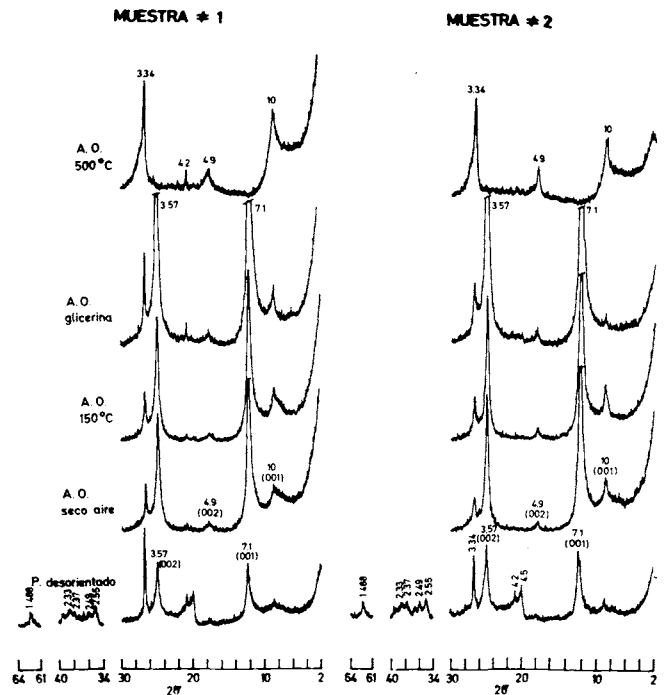


Fig. 4.—Diagramas de difracción de rayos X de la fracción arcilla, con diferentes tratamientos de muestras de la formación Tilatá.

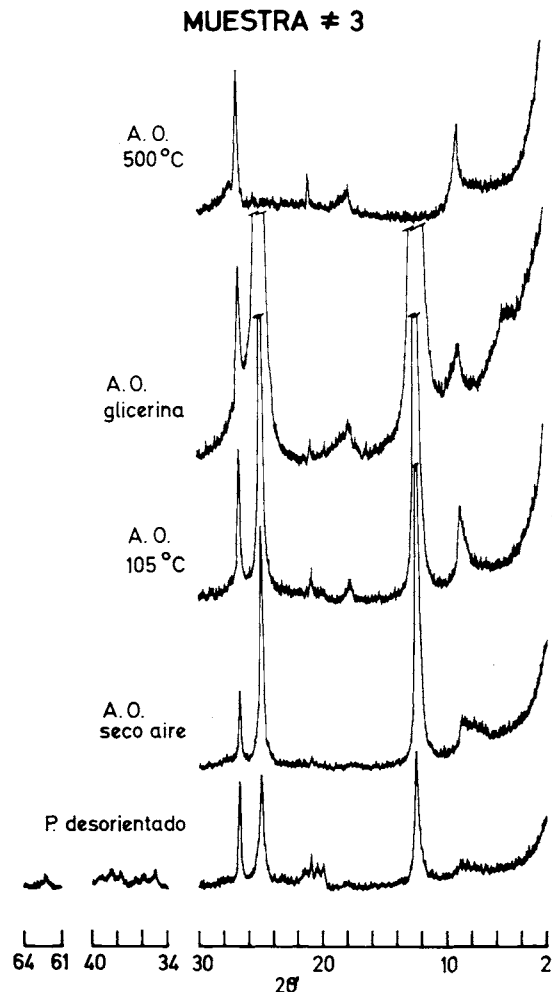


Fig. 5.—Diagramas de difracción de rayos X de la fracción arcilla, con diferentes tratamientos, de muestras de la formación Sabana.

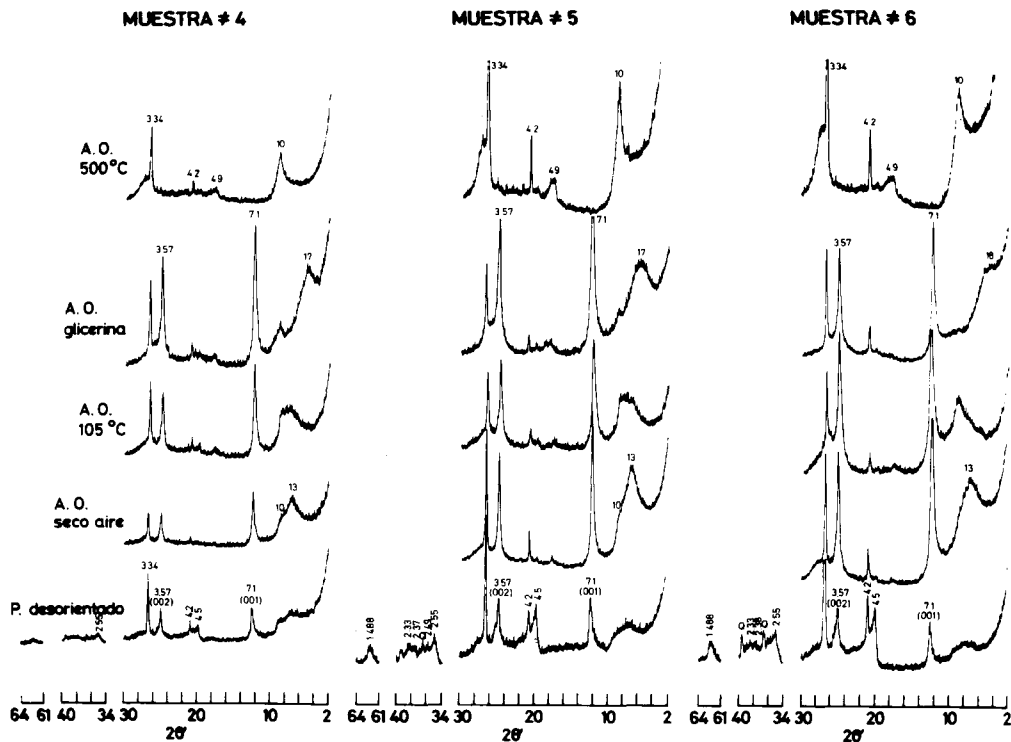


Fig. 6.—Diagramas de difracción de rayos X, de la fracción arcilla con diferentes tratamientos, con muestras de la formación Sabana.

mejor la línea a 10 Å, siendo asimétrica hacia bajos ángulos. Cuando el A.O. se calienta a 105°C, el efecto a 10 Å se hace bastante simétrico y las reflexiones basales de la mica-ilita aparecen con nitidez hasta la línea a 1,99 Å (005). En el diagrama del A.O. tratado con glicerina, el efecto asimétrico a 10 Å del A.O. seco al aire, se desdobra; uno que permanece a 10 Å, y un segundo a 18 Å, típico de la esmectita de la especie montmorillonita, comprobado esto último porque en el A.O. tratado con etilen-glicol, que no aparece en la figura 5, existe también una reflexión a 17 Å.

Al calentar los agregados a 500°C, desaparecen los efectos de la caolinita, observándose a la vez un aumento de la intensidad de la línea a 10 Å.

El cuarzo es puesto de manifiesto por las líneas agudas a 4,2 Å, 3,34 Å y 1.817 Å, entre otras.

Estos hechos se han interpretado como producidos por la coexistencia de caolinita, esmectita de la especie montmorillonita, mica-ilita y cuarzo.

En los diagramas de DRX del polvo desorientado de las muestras 4, 5 y 6 se observa, como en las anteriores,

efectos agudos a 7,1 Å (001) y 3,57 Å (002), acompañados de un efecto asimétrico a 4,5 Å, así como los dobletes no bien definidos a 2,57-2,50 Å y 2,37-2,33 Å, todo lo cual pone de manifiesto que se está ante una caolinita desordenada tipo «fire clay». En el intervalo comprendido entre $5^\circ < 2\theta < 10^\circ$ existe en estas tres muestras una banda ancha sin máximo bien definido que se ve posteriormente se trata de mica-ilita y esmectita-montmorillonita que contiene éstas.

En los diagramas de los A.O. secos al aire, aparte de reforzarse las líneas basales de la caolinita. Se pone en evidencia un efecto ancho con el máximo a 13 Å y un hombro a 10 Å de esmectita-montmorillonita y mica-ilita, respectivamente. En los diagramas de los A.O. calentados a 105°C hay que resaltar el pico atribuido a esmectita-ilita que se desplaza el máximo a ángulos más bajos por deshidratación parcial de la esmectita.

En los diagramas de los A.O. con glicerina y etilen-glicol aparecen una línea a 18 Å y 17 Å, respectivamente, confirmando la existencia de que la esmectita es de tipo montmorillonita. En las muestras 4 y 5 queda un pico a

TABLA I
ESTIMACION SEMICUANTITATIVA MEDIANTE DIFRACCION DE RAYOS X (%)

	Fracción menor de 2 mm		Fracción arcilla				Indice de cristalinidad (1)	
	Muestra	Filosilicatos	Cuarzo	Caolinita	Mica-ilita	Esmectita		Curazo
Formación Tiltá	1	36	64	69	22	—	8	0,38
	2	43	57	72	21	—	7	0,35
Formación Sabana	3	52	48	68	18	5	9	0,89
	4	58	42	57	14	14	15	0,55
	5	76	24	52	5	17	24	0,35
	6	76	24	57	—	16	25	0,53

(1) Hinckley (12).

10 Å de la illita y una banda ancha en la muestra 6. Finalmente, en los diagramas de los A.O. calentados a 500°C desaparecen los efectos de la caolinita, observándose a su vez un aumento de la intensidad del efecto a 10 Å. Estos hechos se han interpretado como producidos por la coexistencia de caolinita desordenada o «fire clay» con esmectita montmorillonita, mica-illita. A los filosilicatos anteriores le acompaña cuarzo, efectos a 4,2, 3,34 y 1,817 Å entre otros, estando en mayor proporción que en las muestras anteriores, tabla I.

Las arcillas de la sabana tienen una composición mineralógica similar a la atribuida por Dubreuilh y col. (11) a arcillas caoliníticas de Charentes (Francia); es decir, caolinitas desordenadas acompañadas por esmectitas y mica-illita, sólo que en aquéllas, junto a los filosilicatos, existe feldespato en lugar de cuarzo.

5.2.2. INDICE DE CRISTALINIDAD

Con el fin de tener una idea del grado de ordenación de la red de la caolinita se hallaron los «índices de cristalinidad» de Hinckley (12). Los resultados obtenidos aparecen en la tabla 1. Como puede observarse, es la muestra 3 la que presenta valor más alto, 0,89 superior que el encontrado por González-Peña y col. (13) para el caolín de Burela, pero inferior a las demás caolinitas industriales españolas.

5.2.3. ANALISIS GRANULOMETRICO

Los resultados obtenidos para las diferentes fracciones vienen dados en la tabla 2.

Como se puede observar, las muestras 1, 2 y 3 son las que tienen mayor proporción de las fracciones mayores de 50 µm y fundamentalmente la muestra 1 y 3, en que las fracciones inferiores a 50 µm son escasas. En las muestras 4, 5 y 6 dominan las fracciones menores de 50 µm. En esta serie estratigráfica el contenido de la fracción arcilla va disminuyendo con la profundidad.

5.2.4. ANALISIS QUIMICO

Los resultados de las determinaciones cuantitativas de los elementos mayoritarios, de la fracción arcilla, se encuentran en la tabla 3.

Para la interpretación del análisis químico se ha consultado el libro de Weaver y col. (14), donde existen varias tablas con los análisis de muestras puras.

En la muestra 1 perteneciente a la formación Tilatá los contenidos de SiO₂ y Al₂O₃ avalan la presencia de minerales caoliníticos en gran cantidad. La proporción de SiO₂ es elevada respecto a la que cabría esperar para minerales caoliníticos puros, lo que indica la presencia de cuarzo libre, puesto en evidencia por medio de la difracción de rayos X, el contenido de Fe₂O₃ es relativamente alto, aunque cae dentro del rango de los caolines mundiales y la cantidad de TiO₂ es moderada. Las proporciones de K₂O y MgO son superiores que en una caolinita pura, lo cual se atribuye a los minerales ílticos, de concordancia con los datos obtenidos por difracción de rayos X. Se observan pequeñas cantidades de CaO en ambas muestras de la formación Tilatá.

Existe un alto contenido en Na₂O que se atribuye a que la muestra se dispersó con hexametáfosfato sódico y los cationes de cambio que contiene ésta han sido sustituidos por sodio.

Los altos valores encontrados para las razones molares SiO₂/Al₂O₃ y SiO₂/(Al₂O₃+Fe₂O₃) se debe al cuarzo libre que contiene.

La muestra 2 de la formación Tilatá da, en general, valores similares a la anterior. La proporción de SiO₂ es menor que en la muestra 1, mientras que la cantidad de Al₂O₃ es superior, lo que indica que los minerales caoliníticos son más abundantes, mientras que el cuarzo libre ha disminuido, hecho confirmado mediante difracción de rayos X. Las razones molares SiO₂/Al₂O₃ y SiO₂/(Al₂O₃+Fe₂O₃) dan como consecuencia números más bajos. Finalmente, las cantidades de K₂O y MgO son menores que en la muestra 1, atribuido este hecho a menor proporción de minerales ílticos.

TABLA II
ANALISIS GRANULOMETRICO (%)

	Muestra	> 0,5 mm	0,5-0,05 mm	50-20 µm	20-8 µm	8-2 µm	≤ 2 µm
Formación Tilatá	1	—	63,08	10,70	4,12	4,37	17,73
	2	0,32	24,74	14,87	8,79	8,70	42,58
Formación Sabana	3	—	41,62	14,33	8,19	7,10	28,76
	4	—	17,20	13,14	8,62	10,24	50,80
	5	0,10	13,70	2,20	5,16	9,30	69,54
	6	—	2,14	2,00	2,60	3,00	90,26

TABLA III
ANALISIS QUIMICO DE LA FRACCION ARCILLA

	Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TOTAL	SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃
Formación Tilatá	1	57,21	35,64	3,34	0,87	0,81	0,18	0,26	1,64	99,95	2,72	2,61
	2	52,34	38,75	3,87	0,89	0,58	0,10	1,79	1,44	99,76	2,29	2,19
Formación Sabana	3	55,17	35,71	3,05	0,87	0,42	—	1,52	1,29	100,03	2,72	2,62
	4	64,89	25,07	3,28	0,83	0,65	—	3,08	1,49	99,67	4,39	4,15
	5	64,06	26,32	5,42	0,96	0,64	—	1,54	1,39	100,33	4,13	3,79
	6	70,60	22,96	3,37	0,96	0,63	0,11	0,44	0,91	99,98	5,21	4,89

En el grupo de muestras de la formación Sabana hay diferencia en la muestra 3 respecto a las otras tres, su análisis químico se parece más a las de la formación Tilatá con valores más bajos en K_2O y MgO , que se atribuyen a menor cantidad de minerales ilíticos. Las muestras 4, 5 y 6 hay que hacer notar una gran proporción de SiO_2 y una disminución de Al_2O_3 , que se debe a que los minerales caoliníticos están en menor proporción y el cuarzo libre en esta difracción se acumula, por el pequeño tamaño de partícula de este mineral, puesto que en la muestra total (Tabla I) es donde el contenido de cuarzo era menor.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados anteriormente expuestos, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. En la fracción menor de 2 mm, la composición mineralógica de las muestras de la formación Tilatá es de cuarzo y minerales laminares o filosilicatos, siendo el cuarzo el mineral predominante, hasta el 64%, mientras que en aquéllas de la formación Sabana de igual composición que las anteriores son los filosilicatos los mayoritarios hasta un 76%.
2. En la fracción arcilla de las muestras de la formación Tilatá, su composición mineralógica es de caolinitas desordenadas o «fire-clays», acompañadas siempre de un poco de mica-ilita y cuarzo.
3. En la fracción arcilla de las muestras de la formación Sabana, su composición mineralógica es de caolinitas desordenadas, coexistiendo con esmectitas, mica-ilita y cuarzo.
4. Los índices de cristalinidad de los minerales caoliníticos son, en general, bajos, estando en concordancia con las caolinitas desordenadas que contienen estas muestras.
5. Los resultados del análisis químico corroboran lo obtenido por difracción de rayos X. Las proporciones elevadas de SiO_2 y de K_2O indican la coexistencia de sílice libre, de mica-ilita y esmectita, en cantidad apreciable. Las proporciones de óxidos de hierro y de óxidos de titanio son relativamente altas.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Dra. M.T. García-González por la realización de los análisis químicos.

BIBLIOGRAFIA

1. HUBACH, E.: Estratigrafía de la sabana de Bogotá. *Bol. Geol. V. Inst. Geol. Nal. Bogotá* (1957).
2. BATES, T.F.; HINKLEY, D.N.: Mineralogy and Petrology of kaolin clays of the Piedmont and Coastal Plain regions of southeastern United States: Prog. Report, *The Pennsylvania State Univ., Univ. Park, Pa.* (1959).
3. NORRISH, K; HUTTON, J.T.: An accurate X-ray spectrographic method for the analysis of a wide range of geological samples. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 33, 431 (1969).
4. GARCÍA-GONZÁLEZ, M.T.; VIZCAYNO, C.; GARCÍA VICENTE, J.: Mayor, minor and trace elements relationships in soils from Volcanic ash basalt, *Spain. Est. geol.* 34, 449 (1978).
5. BROWN, G.: The X-ray identification of crystal structures of clay mineral. *Min. Soc. London* (1961).
6. BRINDLEY, G.W.; BROWN, G.: Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. *Min. Soc. London* (1980).
7. JOHN, W.D.; GRIM, R.E.; BRADLEY, W.F.: Quantitative estimations of clay minerals by diffraction methods. *J. Sed. Pet.* 24, 242 (1954).
8. ORTEGA HUERTAS, M.: Mineralogía de la Block formation depression de Granada. *Tesis doctoral de la Universidad de Granada*, 225. Sección Geología (1979).
9. ROBERTSON, R.H.S.; BRINDLEY, G.W.; MACKENZIE, R.C.: Mineralogy of kaolin clays from Pugu, Tanganyika. *Am. Miner.* 39, 118 (1954).
10. FLEURENCE, A.; NICOLÁS, J.: Observations sur la notion d'ordre et de désordre de certains minéraux du groupe de la kaolinite. *Bull. Gr. Fr. Argiles* 14, 149 (1964).
11. DUBREUILH, P.; MARCHADOUR, P.; THIRY, M.: Cadre géologique et minéralogie des argiles des Charentes, Francia. *Clay Miner.* 19, 29 (1984).
12. HINCKLEY, D.N.: Variability in «crystallinity» values among the kaolin deposits of the coastal plain of Georgia and south Carolina. *Clays and clay miner.* (1963).
13. GONZÁLEZ PEÑA, J.M.^a; RODRÍGUEZ-PASCUAL, C.; OTEO MAZO, J.L.; RODRÍGUEZ-BARBERO, M.A.; LACABA VELASCO, M.: Efectos de los procesos de individualización cristalina en las propiedades de caolines españoles con historia geológica diversa: 1) Estudio mineralógico. *Bol. Soc. Esp. Cer. Vid.* 23, 315 (1984).
14. WEAVER, C.E.; POLLARD, L.D.: The chemistry of clay minerals. Edit. Elsevier, *Developments in sedimentology* (1975).

PUBLICACIONES EDITADAS POR LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERAMICA Y VIDRIO

	PRECIO	
	Socios	No socios
I Semana de estudios cerámicos (Madrid, 1961)	600	800
II Semana de estudios cerámicos (Madrid, 1963)	600	800
III Semana de estudios cerámicos (Madrid, 1965)	600	800
IV Semana de estudios cerámicos (Madrid, 1967)	600	800
XI Congreso Internacional de Cerámica (Madrid, 22-28 septiembre 1968) .	2.000	2.000
Terminología de los defectos del vidrio (Madrid, 1973)	800	1.000
Horno eléctrico de arco (I Reunión Monográfica de la Sección de Refractarios, Marbella, 28-30 mayo, 1973)	500	700
El caolín en España (Madrid, 1974) E. Galán Huertos y J. Espinosa de los Monteros	1.200	1.500
Refractarios en colada continua (Madrid, 1974)	500	700
Refractarios en la industria petroquímica (III Reunión Monográfica de la Sección de Refractarios, Puerto de la Cruz, 2-3 mayo, 1976)	500	700
Refractarios para la industria del cemento (Madrid, 1976)	500	700
Refractarios para tratamiento de acero y cucharas de colada, incluyendo sistemas de cierre de cucharas (XX Coloquio Internacional sobre Refractarios, Aachen, 13-14 octubre 1977)	3.000	3.500
Refractarios para incineradores industriales y tratamiento de residuos urbanos (XXI Coloquio Internacional sobre Refractarios, Aachen, 19-20 octubre 1978)	3.000	3.500
1.ª Jornadas Científicas. El color en la cerámica y el vidrio (Sevilla, 1978) ..	800	1.200
Pastas Cerámicas (Madrid, 1979) E. Gippini (Agotado)	2.000	2.500
2.ª Jornadas científicas. Reactividad de sólidos en cerámica y vidrio (Valencia, 1979)	800	1.200
3.ª Jornadas científicas (Barcelona, 1980)	1.300	1.600
4.ª Jornadas científicas (Oviedo, 1981)	1.500	2.000
Separación de fases en vidrios. El sistema Na₂O.B₂O₃.SiO₂ (Madrid, 1982) J. Rincón y A. Durán	1.500	2.000
I Congreso Iberoamericano de Cerámica, Vidrio y Refractarios (dos volúmenes) (Torremolinos, 7-11 junio 1982) (Madrid, 1983)	4.500	4.500
5.ª Jornadas científicas. (Santiago de Compostela, 1984)	1.500	2.000
Tablas cerámicas (Instituto de Química Técnica. Universidad de Valencia) .		
Vocabulario para la industria de los materiales refractarios (español-francés-inglés-ruso) UNE 61-000 (Madrid, 1985)	4.500	4.500
Jornadas sobre materiales refractarios y siderurgia (Arganda del Rey, 4-5 mayo 1984. Madrid, 1985)	4.500	4.500

Los pedidos deben dirigirse a: SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERAMICA Y VIDRIO
Ctra. Valencia, Km. 24,300
ARGANDA DEL REY (Madrid)

SERVICIOS DE DOCUMENTACION DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERAMICA Y VIDRIO

La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio ofrece a sus socios los siguientes servicios de documentación:

- Fotocopias de artículos.
- Traducciones de artículos.
- Perfiles bibliográficos.
- Revisiones monográficas.