

estudio de las propiedades físico-químicas y comportamiento tecnológico de un yacimiento caolinítico de Tablón de Cartago

IVETTE GUIER* XINIA MARIN* ROBERTO SALGADO**

RESUMEN

Con el propósito de caracterizar la arcilla proveniente de un yacimiento caolinítico ubicado en la zona de Tablón de Cartago, se llevaron a cabo una serie de análisis físicos, químicos y pruebas prácticas a nivel de laboratorio, que permitieron determinar el comportamiento de esta arcilla para uso en la cerámica.

INTRODUCCION

Dentro de los objetivos del proyecto multidisciplinario de investigación denominado *Estudio de las materias primas nacionales utilizables en la cerámica*, se analizaron las propiedades físicas, químicas y el comportamiento práctico que presenta la materia prima proveniente de un yacimiento caolinítico situado en la zona de Tablón de Cartago.

Desde hace varios años este yacimiento atrajo la atención de empresarios y profesionales en distintos campos, quienes han pretendido explotarlo con fines comerciales.

Recientemente, los habitantes de la zona de Tablón se unieron y formaron la cooperativa denominada COOPETABLON, la primera que se establece en el país con el propósito de explotar un yacimiento a nivel industrial.

PLAN DE MUESTREO

Se llevó a cabo una cuantificación preliminar del yacimiento, lo que permitió obtener mayores conocimientos sobre la geología de la zona.

* Profesora Artes Plásticas. Especialidad cerámica. Escuela de Artes Plásticas. Universidad de Costa Rica.

** Profesor Escuela Química. Universidad de Costa Rica.

Se pudieron observar rocas volcánicas del tipo de los basaltos muy meteorizados. Los yacimientos caoliníticos aparecen en parcelas cuyo origen es del tipo hidrotermal, o sea que cada yacimiento es independiente del otro, por lo que no existe continuidad entre ellos, ya que la actividad hidrotermal se efectúa a través de fisuras. De acuerdo con estas características, consideramos que la materia prima llega a unos pocos miles de metros cúbicos. Sólo un cuidadoso trabajo de perforación en la zona estudiada podría dar un valor real de material explotable.

El plan de muestreo para la caracterización del yacimiento se realizó de tal manera que fuera representativa de los distintos lentes encontrados dentro de la zona estudiada, la cual tiene las siguientes dimensiones: 300 metros de frente a la carretera, 100 metros de fondo y 3 metros de profundidad.

ANALISIS FISICOS, QUIMICOS Y PRUEBAS PRACTICAS DE LABORATORIO

Para la caracterización físico-química y comportamiento práctico del material caolinítico, se realizaron los siguientes análisis de acuerdo con lo establecido en las referencias 1, 2, 3 y 4 de la literatura consultada.

A. Análisis físicos

1. Análisis granulométrico

Método: la muestra tal como viene del yacimiento se secó a 110°C durante 24 horas. Se tomaron 100 gramos de ella y se le agregó un litro de agua destilada conteniendo un gramo de hexametafosfato de sodio. Esta mezcla se hirvió por espacio de una hora. Una vez fría, el análisis granulo-

métrico se realizó en húmedo en un tamizador vibratorio de laboratorio marca FRITSCH con tamices de las siguientes denominaciones: 0,590 mm; 0,297 mm y 0,053 mm.

2. *Análisis por difracción de rayos X*

Estos análisis se realizaron en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas para la Cerámica (IRTEC) de Faenza, Italia.

B. *Análisis químicos*

1. *Determinación electrométrica del pH de la muestra*

Método: se pesaron tres gramos de material seco y se le agregaron 50 mL de agua destilada. El pH se leyó en un pH metro.

2. *Análisis químico de la muestra*

Este análisis se realizó en un equipo de absorción atómica marca Perkin Elmer, modelo 372.

Todos los análisis físicos y químicos hasta aquí indicados, se llevaron a cabo sobre las muestras tal como provenían del campo (sin lavar).

C. *Pruebas prácticas*

Con el propósito de obtener el mayor conocimiento sobre las propiedades de esta arcilla, se prepararon cuatro muestras diferentes en la siguiente manera:

Muestra G-1: molida y tamizada por una abertura de malla de 0,180 mm.

Muestra G-2: lavada y tamizada por una abertura de malla de 0,180 mm;

Muestra G-3: lavada y tamizada por una abertura de malla de 0,100 mm.

Muestra G-4: lavada y tamizada por una abertura de malla de 0,053 mm.

Las siguientes fueron las pruebas prácticas a las que se sometieron todas las anteriores muestras.

1. *Pérdida de ignición*

Consiste en calcinar a 1 000°C un determinado peso de muestra secada a 110°C. El valor de la

pérdida por ignición se obtiene al aplicar la siguiente fórmula:

$$P.I. = \frac{P_s - P_c}{P_c} \times 100$$

donde:

P_s = peso de la muestra seca a 110°C

P_c = peso de la muestra calcinada a 1 000°C

2. *Análisis de plasticidad*

La plasticidad se determinó por los siguientes métodos:

a. *Índices de Atterberg*: este método se basa en la determinación de la mínima cantidad de agua necesaria para que las partes de cierta cantidad de arcilla puedan incorporarse cuando el plato sobre el cual están colocadas es sometido a cierta cantidad de golpes.

Este método es oficial de la A.S.T.M. bajo la denominación D-423-66.

b. *Formación de un "rollito"*: se basa en la cantidad necesaria de agua para poder hacer un rollito de aproximadamente 3 mm de diámetro y observar su comportamiento al formar un lazo con él hasta su rompimiento, lo que permite determinar en forma práctica, el grado de plasticidad que presenta la muestra.

3. *Examen del comportamiento en fase de secado*

Este estudio es de gran importancia para determinar si la muestra posee sensibilidad o no al secado. Los dos parámetros fundamentales que se analizan son la contracción y la pérdida de peso de la probeta. La curva que se obtiene es conocida como curva de Bigot, la cual permite obtener importantes indicaciones acerca del comportamiento en el secado, tales como:

a. *Eliminación del agua libre o débilmente ligada*. El volumen del cuerpo disminuye proporcionalmente al agua eliminada.

- b. Fase intermedia en donde empieza la formación de huecos y la masa termina su contracción.
- c. Fase de formación de los poros debido a la eliminación del agua fuertemente ligada. El volumen de la muestra permanece constante.

A nivel industrial, la primera fase del secado es donde hay que poner el mayor cuidado para que no se produzcan fenómenos de rotura de las piezas.

A partir de la curva de Bigot, se obtiene el valor K, o punto de humedad crítica, y con este dato se calcula el coeficiente de sensibilidad al secado (C), según la siguiente fórmula:

$$C = \frac{H - K}{K} \text{ donde } H = \frac{P_o - P_u}{P_u} \times 100$$

donde

P_o = peso inicial

P_u = peso final

4. *Análisis de la porosidad*

La técnica utilizada para determinar esta propiedad se encuentra detallada en el método oficial A.S.T.M. C 373-72.

Esta prueba se realizó en probetas calcinadas a 1 000°C, 1 100°C, 1 150°C y 1 200°C.

5. *Determinación de la contracción lineal*

Se utilizó la técnica indicada en el método oficial A.S.T.M. C 326-76.

Al igual que el método anterior, las probetas se calcinaron a 1 000°C, 1 100°C, 1 150°C y 1 200°C.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

El análisis granulométrico muestra un porcentaje bastante elevado (35,4%) de partículas con un tamaño mayor de 0,018 mm, por lo que es necesario llevar a cabo un proceso de eliminación de estas partículas para que el material pueda ser utilizado en cerámica.

El problema más serio que presenta esta arci-

lla es su alto contenido en pirita (12%), lo que disminuye su valor comercial.

De acuerdo con el análisis químico realizado para azufre (cuadro No. 2) y los análisis por difracción de rayos X (figura No. 1), la pirita prácticamente desaparece cuando el material es tamizado por una malla de 0,090 mm. Esto nos indica que el tamaño de grano de la pirita es relativamente grande y que es factible su eliminación por lavado o por tamizado.

Del análisis químico practicado, se observa que esta arcilla posee un alto contenido de SiO₂, lo que le confiere magníficas características para ser utilizada como material refractario.

Esta propiedad se comprueba al observar el cuadro No. 2, en donde se nota una elevada absorción del material calcinado a 1 200°C (18,3% de absorción), lo que nos indica que a esta temperatura, su grado de vitrificación es pequeño.

Se observa también, que en términos generales la absorción disminuye y la contracción aumenta cuando la arcilla se lava y se tamiza por mallas más finas.

El pH de la muestra es bastante bajo, motivado principalmente por su contenido en sulfuros.

Los valores obtenidos en los índices de Atterberg, clasifican esta arcilla desde el punto de vista de plasticidad, como arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad, arcillas con gravas arenosas y limosas. La poca plasticidad de todas las muestras es característica para un material caolinítico. Todas ellas requieren un alto porcentaje de agua para lograr la plasticidad, característica inconveniente en una arcilla para uso cerámico.

El porcentaje de pérdida por ignición es relativamente elevado, característica negativa en el comportamiento práctico de la arcilla.

El comportamiento al secado varía en las distintas muestras preparadas. Así, conforme se le van eliminando las fracciones más gruesas, se observa que se vuelve más frágil y se raja con bastante facilidad. Sin embargo, el coeficiente de sensibilidad al secado (C) de todas las muestras es bajo, lo que nos indica que las piezas en crudo pueden ser secadas en forma acelerada.

El comportamiento en el torno de todas las muestras analizadas es difícil, debido a que presentan tixotropía.

El color obtenido en las piezas quemadas a temperaturas menores de 1 150°C es blanco con

un ligero tono crema. A 1 200°C el color es blanco y prácticamente desaparece el tono crema.

En términos generales, se llega a la conclusión de que esta arcilla caolinítica reúne buenas cualidades para ser utilizada en cerámica. Sin embargo, debe realizarse un lavado previo con el propósito de eliminar la pirita y requiere la mezcla con otras arcillas para mejorar sus características.

AGRADECIMIENTO

1. Se agradece al CONICIT el financiamiento de esta investigación, la cual representa parte de la labor que se lleva a cabo dentro del presente proyecto multidisciplinario de investigación aprobado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.
2. Se agradece al Dr. Giovanni Biffi del Instituto de Ricerche Tecnologiche por la cerámica

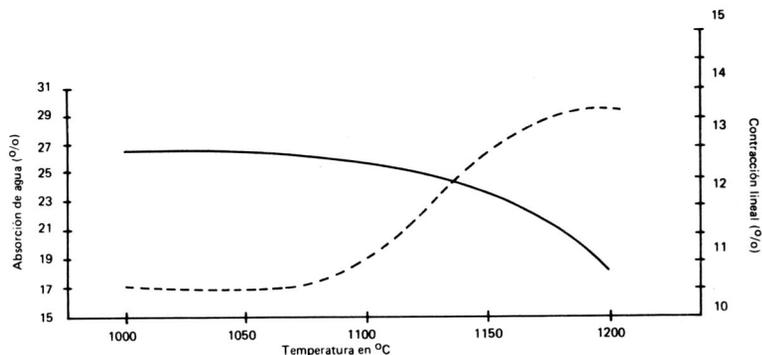
(IRTEC) de Faenza, Italia, su valiosa colaboración en el análisis de rayos X y el estudio del comportamiento a altas temperaturas (hasta 1 440°C) de esta arcilla.

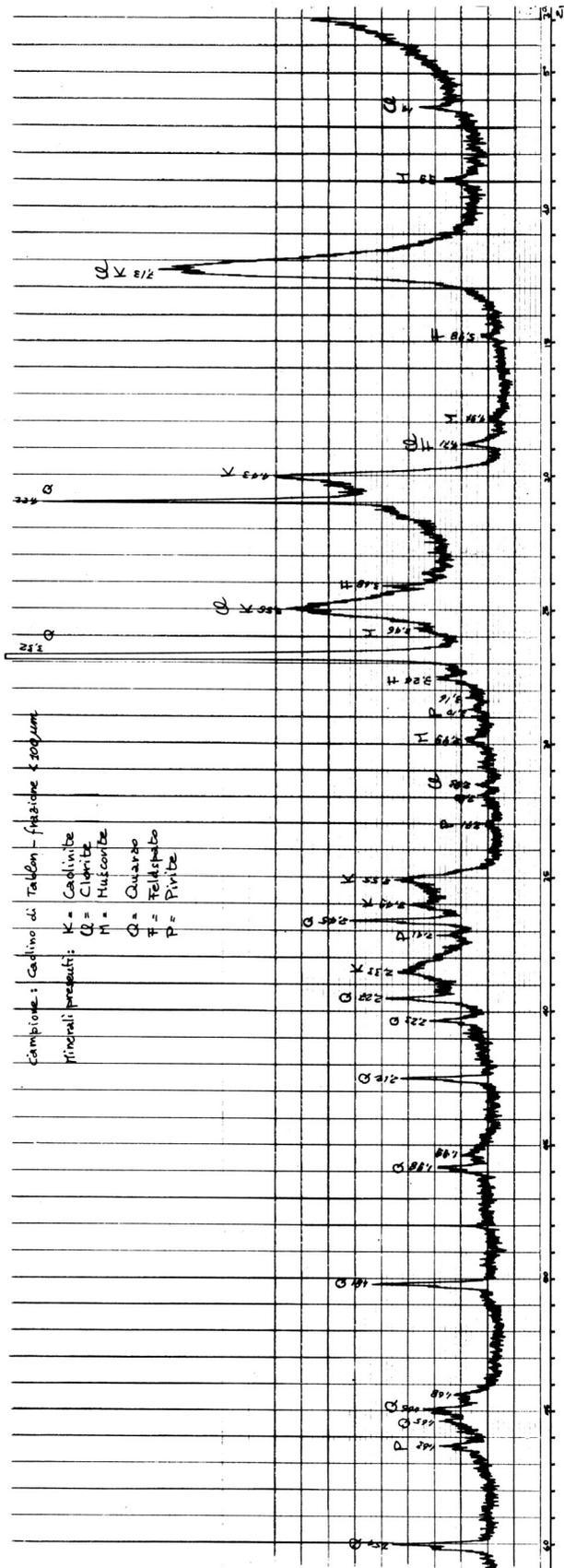
LITERATURA CONSULTADA

1. ASTM. **Annual book of standards.** Sección 4—vol. 04.08. 1983.
2. Biffi, Giovanni. *Métodos rápidos para la determinación de las propiedades y de las características de las arcillas.* Boletín de información técnico científico No. 2. Cost soc. coop. a.r.l. Faenza, Italia. 1983.
3. Emiliani, Tonito. **La tecnología de la cerámica.** Faenza: Editori Fratelli Lega, 1971.
4. Singer, Félix. **Cerámica industrial.** Tomo 9, Vol. 1, Bilbao, Ediciones URMO, 1971.

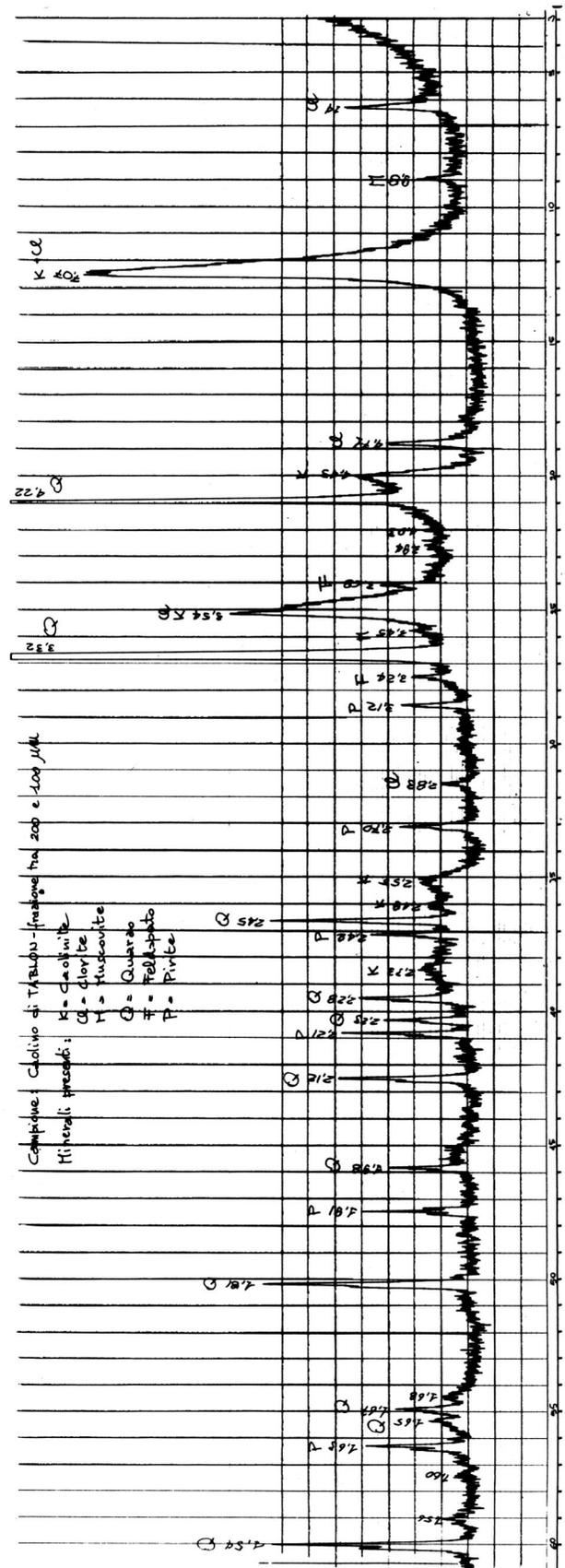
CUADRO No. 1. Características físicas y químicas de la muestra original sin tratamiento. (Muestra G).

COMPOSICION GRANULOMETRICA	< 0,090 mm	0,090-0,180 mm	0,180-0,355 mm	> 0,35 mm
	59,4%	5,3%	18,8%	16,6%
COMPOSICION CUALITATIVA MINERALOGICA		COMPOSICION QUIMICA %		
a. Minerales arcillosos:		SiO ₂ :	53,9	
Caolinita		Al ₂ O ₃ :	22,6	
Clorita		CaO:	0,2	
Moscovita		MgO:	2,0	
Ilita		K ₂ O:	2,2	
b. Minerales no arcillosos		Na ₂ O:	0,5	
Cuarzo		TiO ₂ :	1,0	
Feldespatos		FeS ₂ (Pirita):	12,0	
Pirita		-----		
		pH:	3,3	
INDICES DE ATTERBERG		PERDIDA DE PESO POR IGNICION: 13,1%		
Límite líquido:	38,0			
Límite plástico:	23,8			
Índice de plasticidad:	14,2			





Fracción comprendida entre 0,2 y 0,1 mm.



Fracción menor de 0,1 mm.

K = Caolinita Ci = Clorita M = Moscovita Q = Cuarzo F = Feldspato P = Pirita
 FIGURA No. 1. Espectros de difracción de rayos X de caolín en polvo de Tablón. Provincia de Cartago.

CUADRO No. 2. Características físicas y comportamiento práctico de las diferentes muestras preparadas

TEMPERATURA °C	DETERMINACION	MUESTRA G-1	MUESTRA G-2	MUESTRA G-3	MUESTRA G-4
1000	Absorción	26,7 %	27,3	28,5	27,2
	Contracción	10,6 %	8,5	6,1	6,8
1100	Absorción	25,8	24,8	22,0	22,9
	Contracción	10,9	10,3	13,4	16,9
1150	Absorción	23,8	24,2	18,9	16,7
	Contracción	13,0	12,6	15,9	18,4
1200	Absorción	18,3	21,4	16,7	14,8
	Contracción	13,6	15,6	16,6	18,5
	Plasticidad	Poca	Poca	Poca	Poca
	Comportamiento al torno	Difícil	Difícil	Difícil	Difícil
	% H ₂ O para Plasticidad	40	45	46	46
	Contracción Constante	3,6	5,9	9,9	13,8
	Velocidad de Secado	0,70	0,27	0,29	0,29
	Coefic. de Sensibilidad de Secado (C)	0,78	0,79	0,41	0,49
	Punto crítico de Humedad (K)	20,8	20,0	23,1	23,9
	Pérdida peso por ignición (P.I.)	13,1	16,9	12,1	12,5
	Contenido de Pirita	Alto	Alto	Bajo	Muy bajo
	Tixotropía	SI	SI	SI	SI

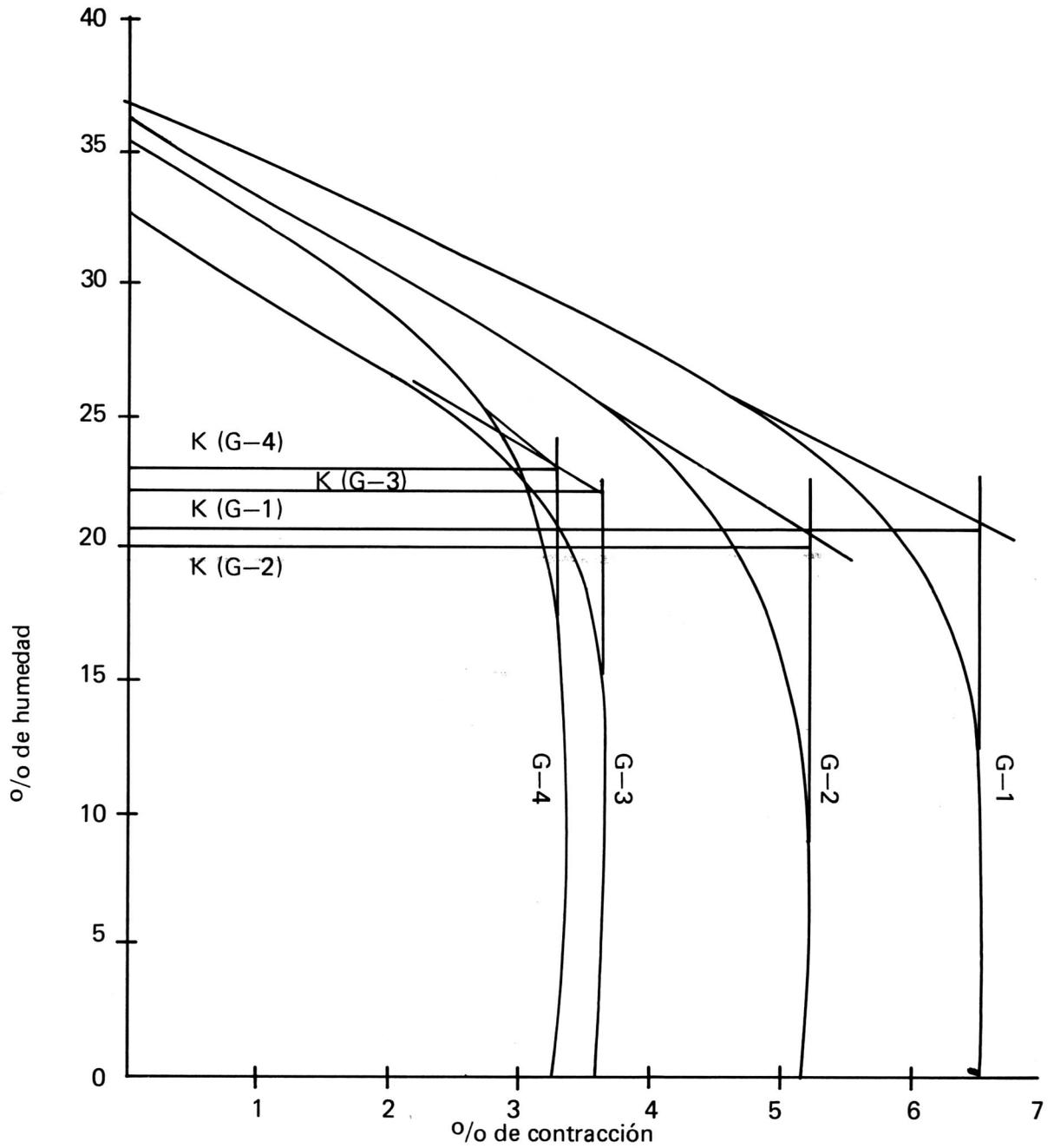


FIGURA No. 2. Curvas de Bigot.