

## ESTUDIO DE REFRACTARIOS Y USO EN MATERIALES DE LABORATORIO

Meyer Reyes y Rómulo Ochoa\*

### RESUMEN

Los materiales refractarios tienen múltiples usos, ya sea a nivel industrial o de laboratorio. Uno de los materiales usados en los laboratorios de química analítica son los triángulos de acero con cerámica refractaria, que sirven como soporte de crisoles de platino, níquel, etc., cuando se realiza la fusión a temperaturas de 900 a 1100°C, sobre mecheros de gas Fischer.

El país cuenta con materia prima de calidad, lo que permite las investigaciones que conduzcan a la fabricación de materiales refractarios. En el presente caso se usa fundamentalmente caolín del tipo refractario.

Estos triángulos están siendo probados en los laboratorios de química de la Universidad Católica.

### INTRODUCCION

Los adelantos técnicos han traído consigo exigencias mayores en cuanto a materiales refractarios en los calderos, hornos para cemento, vidrio, etc.

---

\* Pontificia Universidad Católica del Perú.

Estos materiales deben ser tales que soporten altas temperaturas, choques térmicos, ser resistentes a los ácidos y escorias, a los gases de combustión, etc.

Los materiales refractarios se clasifican en ácidos, básicos y neutros, según el óxido que predomina. La Tabla 1 presenta una de las clasificaciones aceptadas [1].

**Tabla 1** Clasificación de los productos cerámicos refractarios según los óxidos predominantes

Denominación	Tipo	Constituyente principal
Silíceos	Acido	SiO <sub>2</sub> mayor al 90%
Semi-silíceos	Acido	SiO <sub>2</sub> del 70 al 90%
Silico-aluminosos	Acido	SiO <sub>2</sub> 20 al 50%
Aluminosos	Acido	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 20 al 45%
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mayor del 45%
Magnésíticos	Básico	MgO mayor del 80%
Cromo-magnésíticos	Básico	MgO del 30 al 70%
Cromíticos	Neutro	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mayor del 50%
Circónicos	Neutro	ZrO <sub>2</sub> mayor del 50%

La mayor parte de los refractarios se fabrica por cocción de una mezcla de polvo de granulometría adecuada, humedecida y secada. Luego se sinteriza por fusión parcial de algunos componentes.

Para la caracterización de los refractarios se realiza una serie de ensayos de acuerdo a normas reconocidas, como las de ASTM. Cada propiedad adquiere mayor o menor importancia, según la función a que esté destinado el material. Para altas temperaturas, lo importante es la refractariedad. La propiedad crítica es su resistencia a los choques térmicos. Hay varias propiedades más que deben cumplir los refractarios [2].

El caolín refractario es la materia prima fundamental para los triángulos de cerámica. El caolín es un mineral blanco que ha surgido del vidriado del

feldespato o de rocas feldespáticas como el granito; si se encuentran granos de cuarzo, se les puede separar con un lavado si fuese necesario.

Los cambios principales durante el tratamiento térmico de los refractarios son los siguientes [3]:

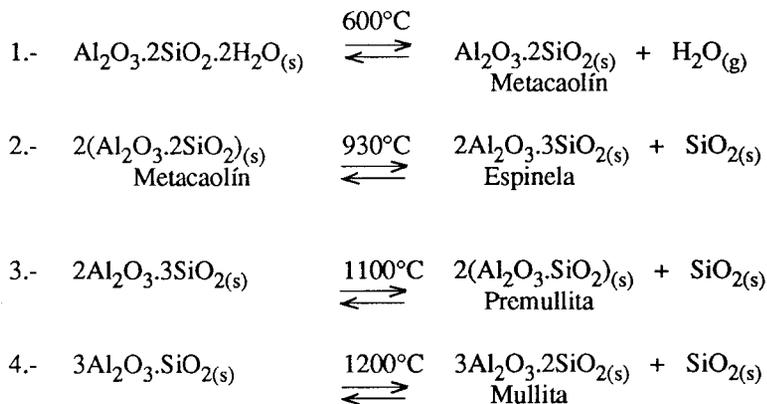
### 1) REACCIONES A BAJA TEMPERATURA

- a.- La deshidratación absorbida en la superficie.
- b.- Pérdida de agua estructural, cuando se calienta por encima de los 450°C y menores de 900°C; la estructura del cristal es alterada por eliminación de los grupos OH y se forma el metacaolín  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ . La pérdida de OH deja huecos en la estructura, seguida de reacomodación cristalina.
- c.- La combustión de la materia orgánica.
- d.- La descomposición de minerales (carbonatos y sulfuros).

### 2) REACCIONES A TEMPERATURAS DE 900 A 1200°C

- a.- A partir del metacaolín, la espinela cristaliza bruscamente a una temperatura mayor a 900°C y conforme aumenta la temperatura éste se transforma en mullita.

Considerando que el caolín es uno de los pocos minerales arcillosos que puede ser representado mediante una estequiometría química, los pasos del tratamiento térmico se representan de la siguiente forma [4]:



A temperatura mayores a 1200°C, la masa de granos se sinteriza y disminuye la porosidad. En la Figura 1 vemos la curva de contracción del caolín frente a una arcilla grasa y una arcilla de pedernal.

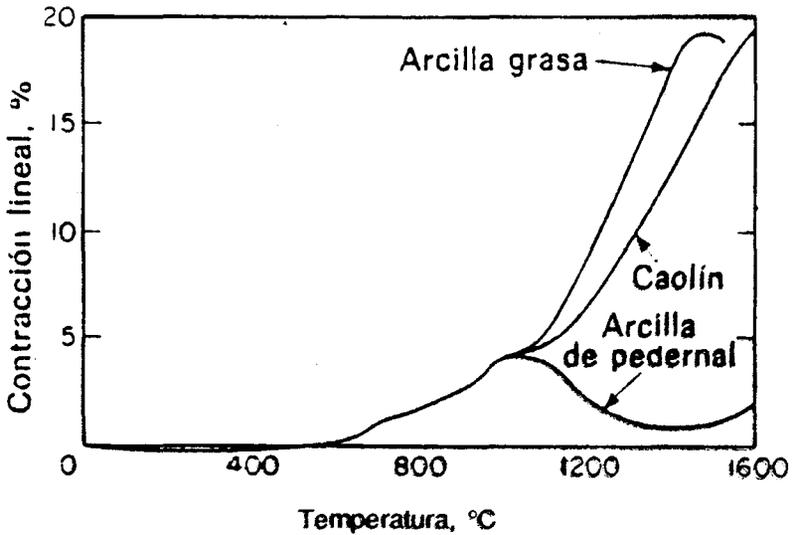


Figura 1 Curvas de contracción de 3 tipos de arcilla

#### PARTE EXPERIMENTAL

Para la realización experimental se utilizó lo siguiente:

- 1.- Caolín tipo refractario.
- 2.- Horno-Mufla Thermolyne, temperatura de trabajo hasta 1700°C.
- 3.- Estufa para secar a 105-110°C.
- 4.- Balanza sensible al 0,1 g y calibrador vernier.
- 5.- Alambre acerado y alambre microm.
- 6.- Mecheros Fischer, pinzas y agua.

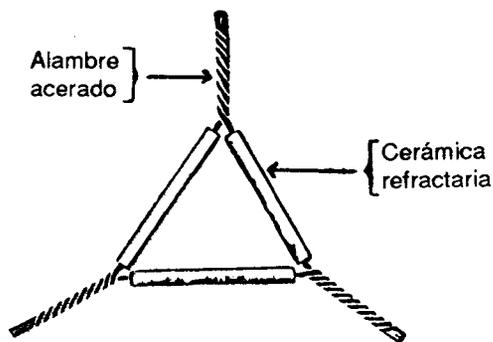
El análisis químico del caolín refractario es el siguiente:

SiO <sub>2</sub>	42,79%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35,85%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,71%

TiO <sub>2</sub>	0,72%
CaO	1,79%
MgO	0,40%
SO <sub>3</sub>	1,10%
Pérdida por calcinación	14,73%
No identificado	1,91%
Densidad aparente	0,975 g/cm <sup>3</sup>
Granulometría menor de malla # 200	(% mínimo 98%)*

El caolín es mezclado con un 15% de agua, luego que se obtiene una masa aceptable que no sea pegajosa al tacto, se introduce manualmente al molde. Luego que se retira del molde, se deja que seque a temperatura ambiente por 24 horas. Después se lleva a una temperatura de 105°C otras 24 horas y finalmente se calcina a una temperatura entre 1200-1250°C a velocidad de 5°C/minuto.

Para eliminar la acción nociva de las sustancias que provocan los hinchamientos se realizó el calentamiento del caolín antes que se mezcle con el agua, a una temperatura de 800°C unos 30 minutos. Después del tratamiento térmico los soportes de cerámica refractaria son preparados en forma de triángulos con la ayuda de alambre acerado o de alambre nicrom, teniendo presente que los de nicrom tienen mayor duración. En la Figura 2 vemos la forma final del triángulo de cerámica refractaria.



**Figura 2.** Soporte de cerámica refractaria y de alambre acerado.

(\*) Escala Tyler

El material obtenido luego es sometido a cambios de temperatura, que van desde la temperatura ambiente (unos 25°C) hasta cerca de los 1100°C; se realizó la prueba del choque térmico, que consistió en una exposición de 15 minutos de calentamiento y 15 de enfriamiento, correspondiente a un ciclo; en total se sometió a 150 minutos de tratamiento que corresponden a 5 ciclos. También se realizó la prueba del choque térmico con el agua, el cual consistió en calentar el material a tratar al rojo y llevarlo inmediatamente al agua a temperatura ambiente.

En la Tabla 2 se muestran datos de longitud y de peso obtenidos durante el tratamiento térmico.

**Tabla 2** Disminución de la longitud y pérdida de peso de la cerámica refractaria durante el tratamiento térmico.

T (°C)	800	1000	1150	1250
Disminución Longitud (%)	2	5	8	12
Pérdida de Peso (%)	14,7	17,1	17,8	18,2

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Se ha obtenido material aceptable para uso en laboratorios, resistentes al choque térmico.
- 2.- Los soportes son preparados en caolín refractario.
- 3.- Es necesario calcinar a 850°C antes del conformado, para evitar los hinchamientos de los soportes durante la calcinación.
- 4.- La temperatura de calcinación es de 1250°C.
- 5.- Se recomienda continuar en el estudio de materiales refractarios con una variedad de propiedades físicas y químicas.

## REFERENCIAS

1. Mari, E. (1982). **Los Vidrios**, Edit. Americalee, Argentina.
2. Hald, P. (1986). **Técnica de la Cerámica**, Ediciones Omega, Cuarta Edición Barcelona.
3. Norton, F. H. (1983). **Cerámica Fina. Tecnología y Aplicaciones**, Ediciones Omega, Barcelona.
4. Verdeja, L. (1988). **Materiales Refractarios y la Industria**, Universidad de Piura.
5. Colbeck, J. (1989). **Materiales para el Ceramista**, Ediciones CEAC.
6. Lynggard, F. (1983). **Tratado de Cerámica**, Ediciones Omega S.A.