Materia: Ingeniería de Materiales
Carrera: Ingeniería Industrial Año 2026

TRABAJO PRÁCTICO N° 5

MATERIALES REFRACTARIOS

RECOMENDACIONES PARA EL ESTUDIANTE

Durante el desarrollo de esta guía procure interpretar la información aportada por cada ensayo y técnica de caracterización, comprendiendo el propósito de cada una. Evite analizar los resultados de manera aislada e integre la información obtenida para fundamentar sus conclusiones.

FUNDAMENTACIÓN

Los materiales refractarios desempeñan un papel fundamental en los procesos industriales que involucran altas temperaturas. La determinación de sus propiedades físicas, su composición química y las fases cristalinas presentes permite comprender su comportamiento frente a las condiciones de servicio y constituye una herramienta esencial para su correcta selección. En esta guía, el estudiante integrará los resultados obtenidos mediante el ensayo de porosidad aparente, análisis por FRX y DRX y el diagrama de equilibrio SiO_2–Al_2O_3 para caracterizar y clasificar materiales refractarios.

A) DESARROLLO TEÓRICO

1.- Conceptos generales

a) Consigne si estas afirmaciones son verdaderas o falsas respecto de los materiales refractarios.

Son materiales diseñados para trabajar a elevadas temperaturas.
Deben conservar sus propiedades mecánicas y químicas durante el servicio.
Todos los materiales cerámicos son refractarios.
Los refractarios forman parte del revestimiento interno de hornos industriales.
Su selección depende exclusivamente de la temperatura de trabajo.

b) ¿Qué diferencia a un material cerámico refractario de un cerámico convencional?

2.- Clasificación y propiedades de materiales refractarios

a) Complete el siguiente cuadro

Clasificación	Criterio	Ejemplo
Según composición qca		
Según carácter qco		
Según características físicas		

b) ¿Qué ventajas presentan los refractarios monolíticos respecto de los conformados?

3.- Propiedades

a) Explique cómo influyen la porosidad y el tamaño de grano sobre las propiedades mecánicas de un material cerámico.

b) ¿Qué se entiende por refractariedad?

c) ¿Qué es el spalling y por qué limita la vida útil de un revestimiento refractario?

4.- Selección de refractarios

a) Se dispone de un ladrillo con 72 % SiO_2 y 25 % Al_2O_3. Determinar:

- Tipo de refractario
-- Refractariedad aproximada
- Aplicación industrial
- Justificar la elección

5- Aplicaciones industriales

Investigue una aplicación industrial de cada uno de los siguientes refractarios:

a) Silíceo.
b) Aluminoso.
c) Magnesítico.
d) Dolomítico.

Justifique su selección considerando el ambiente químico y las condiciones de servicio.

6- Ensayos de refractarios

a) Respecto del ensayo de cono pirométrico, seleccione las afirmaciones correctas. Justifique una afirmación correcta y una incorrecta.

Permite determinar la temperatura de fusión exacta del refractario.
Evalúa el comportamiento del material frente al ablandamiento a alta temperatura.
Se utiliza para estimar la refractariedad del material.

El ensayo se basa en la deformación progresiva de un cono patrón.
Dos materiales con igual cono pirométrico necesariamente tendrán el mismo comportamiento en servicio.

b) Un estudiante afirma que "el cono se dobla porque el material se funde". ¿Está de acuerdo? Justifique.

c) Un ladrillo refractario presenta una elevada refractariedad según el ensayo de cono pirométrico, pero en servicio se deteriora rápidamente por el contacto con una escoria básica. ¿Qué ensayo permitiría evaluar mejor ese comportamiento antes de su utilización? Justifique.

7.- El módulo de elasticidad para la espinela ($MgAl_2O_4$) con 5% de porosidad volumétrica es 240 GPa:

a) Calcule el módulo de elasticidad para el material no poroso.

b) Calcule el módulo de elasticidad para una porosidad del 15%.

c) Discuta cómo la variación de porosidad afecta la vida útil en aplicaciones de alta carga mecánica.

B) PARTE PRÁCTICA

ACLARACIÓN: El informe deberá contener el desarrollo completo de las actividades planteadas en los puntos 1 a 4 de la Parte Práctica, incluyendo los datos experimentales registrados durante el laboratorio, el tratamiento de resultados y el análisis técnico correspondiente.
Los cálculos deberán presentarse de manera ordenada, indicando las ecuaciones empleadas y las unidades correspondientes.

Materiales y equipos

Probetas de ladrillos refractarios.
Equipo para la determinación de peso específico, porosidad aparente y absorción de agua (Norma IRAM 12510).
Balanza de precisión.
Recipiente para inmersión de probetas.
Tablas con resultados de análisis químico por fluorescencia de rayos X (FRX).
Difractogramas obtenidos mediante difracción de rayos X (DRX).
Diagrama de equilibrio SiO_2–Al_2O_3.

Normas IRAM 12505 a 12508 para la clasificación de refractarios.

1.- Registro de datos experimentales

Durante el laboratorio, registre la siguiente información:

- Material empleado para el ensayo.
- Método de ensayo utilizado.
- Descripción sintética del procedimiento realizado.

2.- Ensayo de Porosidad

Durante la realización del ensayo, registre los siguientes datos experimentales:
Peso seco (Ps).
Peso suspendido (Pss).
Peso húmedo o saturado (Ph).
Observaciones realizadas durante el procedimiento.

3.- Tratamiento de datos

a) Con la información obtenida determine la porosidad aparente, el peso específico aparente y la absorción de agua
b) Utilizando el valor de porosidad aparente obtenido, clasifique el material como refractario denso o aislante y explique cómo esta propiedad influye en su resistencia mecánica y en su comportamiento térmico.

4.- Análisis de la composición química y mineralógica de la muestra de ladrillo proporcionada

a) Identifique las principales fases cristalinas presentes en cada muestra ensayada a partir de los difractogramas obtenidos por DRX.
b) De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis por FRX, determine el tipo y la clase de ladrillos refractarios ensayados, teniendo en cuenta las Normas IRAM 12505 – 12508
c) Correlacione la composición química obtenida por FRX con las fases identificadas mediante DRX.
d) Correlacione los resultados obtenidos mediante FRX y DRX con el diagrama de equilibrio SiO_2–Al_2O_3 para fundamentar la clasificación realizada.

5.- Conclusiones

A partir de las actividades desarrolladas, redacte una conclusión sobre la importancia de la caracterización física, química y mineralógica en la comprensión del comportamiento y en la selección de los materiales refractarios.