

## Control de deformación pirolástica.

### Pirolasticidad.

La **pirolasticidad** es la capacidad de deformación de un material por la acción del calor. Puede definirse como la pérdida de forma de un producto durante su cocción <sup>(1)</sup>.

En la cocción de productos cerámicos a temperaturas superiores a 900 o 1000°C, se desarrolla una fase líquida viscosa que tras el enfriamiento vitrifica y es la responsable del aumento de consistencia de la pieza. Sin embargo, la coexistencia de una fase líquida viscosa (fase fundida) y una fase sólida hace que el material deje de comportarse como un sólido rígido y que la aplicación de una tensión le produzca una deformación irreversible denominada "**deformación pirolástica**" (figura 1).



Figura 1. Deformación pirolástica.  
Fotografía: Ana Monferrer.

Esta deformación depende, lógicamente, de la fuerza aplicada, generalmente el peso del material, y de:

- **La cantidad de fase vítrea.** A medida que aumenta la cantidad de fase vítrea (líquido) generada aumenta la capacidad de deformación del material, es decir, aumenta su pirolasticidad.
- **La viscosidad de la fase vítrea.** Cuanto menor sea la viscosidad de la fase vítrea, mayor será la capacidad de deformación del material y, por lo tanto, mayor su pirolasticidad.

En general, en productos gresificados, a medida que la temperatura de cocción aumenta, también lo hace la cantidad de fase vítrea que se genera, y disminuye su viscosidad, por lo que la pirolasticidad aumenta.

### Variables que influyen en la pirolasticidad de un producto cerámico

La pirolasticidad de los productos cerámicos depende de la cantidad de fase vítrea y de su viscosidad. Por tanto, todas las variables que modifiquen estos dos parámetros, modificarán el comportamiento pirolástico. Las principales variables son:

- Tiempo de permanencia a la temperatura de cocción.
- Temperatura de cocción.
- Granulometría.
- Compacidad.

#### Tiempo de permanencia a la temperatura de cocción.

A medida que aumenta el tiempo de permanencia a la temperatura de cocción aumenta la cantidad de fase vítrea, ya que se incorporan a la fusión elementos que en cocciones cortas permanecen casi inalterados, especialmente partículas de tamaños más gruesos, y por tanto aumenta la tendencia a la deformación pirolástica del material.

#### Temperatura de cocción.

A medida que aumenta la temperatura de cocción aumenta la de fase vítrea, ya que se incorporan a la fusión nuevos elementos, y disminuye su viscosidad, por tanto aumenta la deformación pirolástica del material.

#### Granulometría.

Al aumentar el tiempo de molienda disminuye la compactación de la pieza cruda ya que la granulometría se uniformiza (menor dispersión de tamaños). Sin embargo se consigue también un aumento del número de puntos de contacto entre las partículas, y por lo tanto aumenta la reactividad.

Al aumentar el tiempo de molienda se consigue una reducción de la porosidad del producto cocido (productos gresificados) y una disminución de la deformación pirolástica.

La disminución de la deformación piropástica con el aumento de la molienda se logra porque al aumentar la reactividad de las partículas (aumento del número de puntos de contacto), se alcanza una menor porosidad a menores temperaturas, y por lo tanto con una mayor viscosidad de la fase vítrea.

#### Compacidad.

Si se aumenta la compacidad en crudo de los productos cerámicos (por ejemplo aumentando la presión de prensado en productos obtenidos por prensado, como las baldosas cerámicas) aumenta la superficie de contacto entre las partículas, lo que hace que se alcance una determinada porosidad a temperaturas menores (es decir, se disminuye la temperatura de cocción) lo que implica que la deformación piropástica sea menor.

#### Índice de piroplasticidad.

Es un parámetro que permite cuantificar la tendencia a la deformación piropástica, por acción de la gravedad, de un determinado material, cuando este se cuece mediante un ciclo térmico determinado.

El índice de piroplasticidad (**IP**) de un material, se define en función de la deformación (**S**) experimentada por una probeta de dicho material apoyada en sus extremos (figura 2) y cocida en unas determinadas condiciones

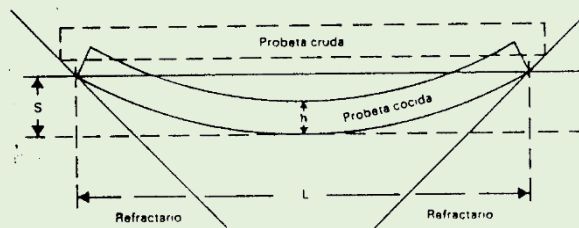


Figura 2. Ensayo de deformación piropástica. Índice de piroplasticidad <sup>(2)</sup>

El índice de piroplasticidad, para una probeta rectangular viene dado por la expresión:

$$IP = \frac{4 \cdot h^2 \cdot S}{3 \cdot L^4}$$

En la que **h** es el espesor de la probeta cocida y **L** la distancia entre los apoyos de la probeta cocida. Si todas las distancias se expresan en cm, el índice de piroplasticidad se mide en cm<sup>-1</sup>.

#### Medida del Índice de piroplasticidad

El procedimiento que se emplea para determinar el índice de piroplasticidad de un material, consiste en medir la flecha de curvatura de una probeta apoyada en dos soportes refractarios durante su cocción.

Para realizar el ensayo de medida del índice de piroplasticidad de una pasta se conforman a las condiciones de trabajo varias probetas alargadas de aproximadamente 2 x 12 cm y se disponen en el horno apoyadas en dos soportes refractarios a 0,5 cm de cada extremo <sup>(3)</sup>. Se mide la distancia entre apoyos (**L**) (figura 3).

Se cuece a las condiciones habituales de trabajo y se mide la flecha de deformación (**S**), el espesor (**h**).

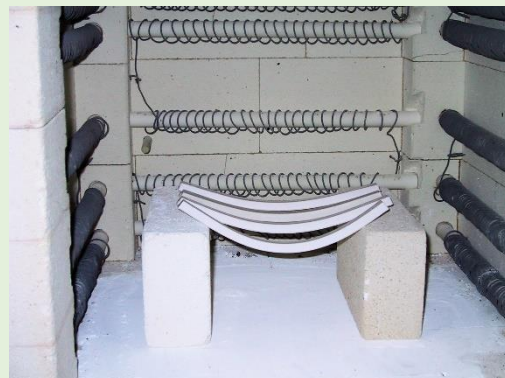


Figura 3. Ensayo para la medida del índice de piroplasticidad. Fotografía: Maite Larena.

#### Bibliografía

- (1) MICHAEL BERNARDIN, A. et al. *“La piroplasticidad del gres porcelánico”*. En Qualicer 2006. IX Congreso Mundial de la Calidad del Azulejo y del Pavimento Cerámico. Castellón: Cámara de Comercio, Industria y Navegación. P.BG 165-178 (2006).  
Disponible en <https://www.qualicer.org/recopilatorio/ponencias/pdfs/0632400s.pdf> [Consulta 8/12/2022].
- (2) ESCARDINO, A. et al. *“Defectos de planaridad en las piezas de pavimento gresificado motivados por deformación pirolástica. Influencia de las variables de proceso”*. Taulells, 3. 3-9. (1985).
- (3) ENRIQUE NAVARRO, J.E. *Controles de fabricación. Pavimentos y revestimientos cerámicos*. Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE). València (1989).