

## Requemado – Pasado de fuego

### Descripción

La cocción a temperaturas excesivas produce defectos que pueden variar según la composición de la pasta y del esmalte. Recibe diferentes denominaciones generales (requemado, quemado, pasado de fuego, sobrecocido etc.) y su descripción es muy sencilla: es todo aquel defecto causado por un exceso de temperatura. Se manifiesta de diferentes maneras que pueden presentarse simultáneamente como esmalte hervido (ver ficha “*hervido*”) y en algunas composiciones parcialmente volatilizado, ennegrecimiento del soporte, hinchamientos y deformación pirolástica (ver ficha “*deformación pirolástica*”), fusión parcial de componentes, burbujas en el soporte, etc. (figuras 1 y 2).



Figura 1. Pieza cerámica pasada de cocción. Fotografía: Mª Dolores Notari.



Figura 2. Pruebas de esmalte de laboratorio cocidas con un ciclo equivocado, a mayor temperatura. Presentan ennegrecimiento y burbujas en el soporte, deformación pirolástica, fusión parcial de componentes, burbujas y volatilización de componentes del esmalte. Fotografía: Ana Monferrer.

En otras fichas se han tratado algunas manifestaciones de un exceso de temperatura en la cocción. Puedes consultar:

- Hervido.
- Deformación pirolástica.

#### Causas del defecto

Obviamente la causa del defecto radica en una cocción a una temperatura excesiva para la composición de la pasta y, en su caso, del esmalte. Aunque no es frecuente que ocurra, se puede cocer una hornada, o algunas piezas de la hornada, a una temperatura excesiva en alguno de los siguientes casos:

- Avería o fallos en el sistema de medida de la temperatura.
- Error en la elección de ciclo de cocción.
- Avería en el programador del horno.
- Introducir por error una pieza moldeada con una pasta de baja temperatura en una cocción para gres o porcelana.
- Empleo de pastas de formulación propia que no han sido previamente probadas.
- Confusión en el empleo de alguna materia prima del soporte.

Además, en hornos de llama directa, de gas o sobre todo, de leña, es posible que una mala carga del horno provoque que haya piezas que estén en parte, o totalmente, expuestas a la llama. Por otra parte, en algunos hornos de leña, especialmente en aquellos que se diseñan con cámaras de cocción mucho más altas que anchas (algunos smokeless, p.e.) pueden darse grandes gradientes de temperatura entre la parte inferior y la superior, lo que puede confundirnos a la hora de medir la temperatura y provocar recocidos en la parte alta de la cámara.

Un exceso de tiempo de permanencia puede dar también algunos de los defectos descritos, como la deformación pirolástica, hinchamientos, hervido, etc.

#### ¿Cómo solucionarlo?

Sin duda, la acción principal para evitar este defecto es **cocer a la temperatura y tiempo de permanencia**, establecidos y comprobados. Sin embargo, en cocciones con hornos de leña o con hornos de gas de llama directa puede ocurrir que, aun ciñéndonos al ciclo de cocción establecido, aparezcan algunas piezas con zonas sobrecocidas que han estado sometidas a llama directa.

Por otra parte, deben tomarse las siguientes precauciones:

- En hornos de llama directa, realizar las cargas evitando piezas muy expuestas a las llamas. Si es necesario, muflar aquellas partes en las que las piezas puedan estar más expuestas a las llamas directas.
- Asegurarse de que se emplea el pirómetro correcto: los pirómetros de Pt/Pt-Rh (tipos R y S) pueden emplearse hasta 1450 °C, y los de Cr/Ni (tipo K) hasta 1250 °C<sup>(1) (2)</sup>. En cambio otros termopares como los de Cu/Ni (tipo T) o Fe/Cu-Ni solo son aptos para temperaturas inferiores a 800 °C.
- Controlar periódicamente el correcto funcionamiento de los pirómetros.
- Probar previamente todas las pastas de nueva formulación, aunque se trate de modificaciones a pastas ya probadas.
- Comprobar el correcto funcionamiento del programador y la elección adecuada del ciclo de cocción.

#### ¿Quieres saber más?

##### ¿Cómo se mide la temperatura en el horno?

La medida de la temperatura en los hornos cerámicos se realiza mediante **termopares** (\*). Un termopar (figura 3) es un sensor formado por dos hilos de metales distintos soldados en un extremo denominado "punto caliente" o "unión caliente". Cuando la soldadura se encuentra a una temperatura diferente al extremo de los dos hilos (denominado "punto frío") se produce una diferencia de potencial muy pequeña (del orden de los milivoltios) que es función de esta diferencia de temperaturas, por lo que midiendo la diferencia de potencial y conocida la temperatura de referencia (del punto frío) es posible determinar con suficiente exactitud la temperatura en el punto de unión de ambos metales.



Figura 3. Termopar. Fotografía: Ana Monferrer.

### Tipos de termopares

En la siguiente tabla tienes las principales características de algunos tipos de termopares comúnmente empleados en instrumentación industrial <sup>(3)</sup>.

Tipo	Composición	Intervalo de medida (°C)	Error
T	Cu/Cu-Ni	-200 a 350	± 1,0 °C
J	Fe/Cu-Ni	0 a 750	± 2,2 °C
E	Ni/Cr	-200 a 900	± 1,7 °C
K	Ni-Cr/Ni-Al	-200 a 1250	± 2,2 °C
R	Pt-Rh/Pt	0 a 1450	± 1,5 °C
S	Pt-Rh/Pt	0 a 1450	± 1,5 °C
B	Pt-Rh/Pt-Rh	0 a 1700	± 0,5 °C

Fuente: [Omega](#)

Para cocciones a baja temperatura (temperaturas de cocción inferiores a unos 1150 °C) los termopares tipo K son los más empleados. Para gres y porcelana suelen emplearse termopares del tipo R o S (la diferencia entre ambos es la proporción de rodio, un 13 % en el R y un 10 % en el S <sup>(3)</sup>).

En el siguiente [enlace](#) puedes acceder a una tabla con los códigos de colores de los termopares.

### ¿A qué se debe el hinchamiento y el ennegrecimiento de pastas pasadas de fuego?

En arcillas de pasta roja, con contenidos en Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, en el análisis químico, superiores al 4 %, puede darse un ennegrecimiento de la pasta debido a la reducción de la hematita Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a óxido de hierro (II) con desprendimiento de oxígeno según la reacción:



El FeO tiene un color negruzco responsable de la coloración de la pasta cuando ocurre esta reacción. Por otra parte, la pasta tiende a cerrar poros y gresificar, con lo que el oxígeno desprendido en esta reacción queda atrapado en el soporte, provocando su hinchamiento.

(\*) En Hispanoamérica se emplea el término "termocupla" procedente de la traducción del término inglés "thermocouple".

**Bibliografía**

- (1) FRASER, H. "Ceramic faults and their remedies". 1ª Ed. Pg. 97. Ed. A&C Black. London, 1986.
- (2) ENRIQUE NAVARRO, J.E. et al. "Tablas cerámicas". Instituto de Química Técnica. Universitat de València. València, 1984.
- (3) <https://es.omega.com/prodinfo/termopares.html#learn> Consulta [5/12/2018]