

# DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN MODELO POBLACIONAL PARA LA SIMULACIÓN DEL PROCESO DE SECADO POR ATOMIZACIÓN DE SUSPENSIONES CERÁMICA

**J. Balaguer<sup>(1)</sup>; J.M. Tiscar<sup>(1)</sup>; A. Olmedilla<sup>(1)</sup>; M.J. Sánchez<sup>(1)</sup>; M. Aguilera<sup>(1)</sup>;  
A. Mezquita<sup>(1)</sup>; V. Espellea<sup>(2)</sup>**

**(1) Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE). Universitat Jaume I. Castellón. España.  
(2) Euroarce. Grupo Samca, S.A. Onda (España)**

## 1. INTRODUCCIÓN

La operación de secado por atomización de suspensiones cerámicas desempeña un papel fundamental en la industria cerámica. Su objetivo principal es transformar una suspensión acuosa de materias primas en un polvo compuesto por gránulos esféricos con una distribución de tamaños específica. Estas características confieren al polvo atomizado una fluidez excepcional, lo que lo hace ideal para un llenado uniforme de los moldes de prensas.

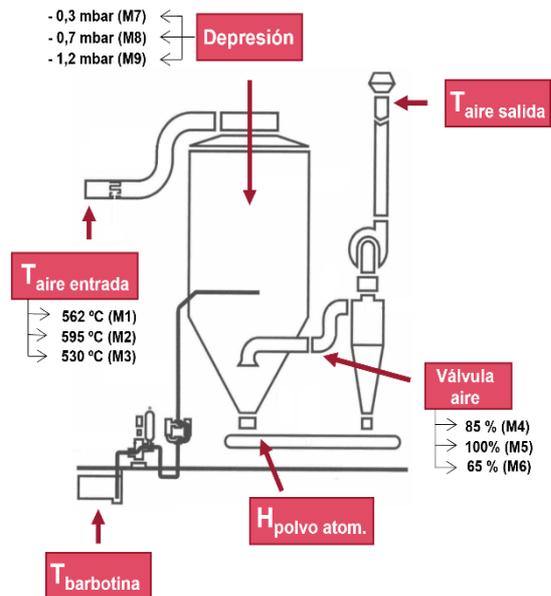
En el campo de la investigación sobre equipos de secado por atomización, los enfoques en la modelización y simulación han estado tradicionalmente centrados en el uso de la dinámica de fluidos computacional (CFD) [1]. Estos modelos suelen ser complejos y requieren recursos computacionales significativos. No obstante, se ha comprobado que una técnica alternativa, conocida como el modelo de equilibrio de población (PBM) [2], es capaz de replicar los resultados de modelos CFD con tiempos de ejecución mucho más cortos.

Este póster presenta de un modelo matemático, basado en la técnica PBM, que simula el secado por atomización en el proceso de producción de baldosas cerámicas.

## 2. EXPERIMENTACIÓN

La experimentación se enfocó en modificar los principales parámetros de entrada en un atomizador industrial para analizar cómo afectaban estos cambios a la distribución del tamaño de los gránulos y a otros parámetros de salida como la temperatura de los gases calientes o la humedad del polvo atomizado, tal y como se indica en la tabla 1. La Fig. 1 muestra los cambios en las condiciones iniciales para cada una de las nueve maniobras realizadas.

Las tres primeras maniobras consistieron en modificar la temperatura de entrada de los gases. Las maniobras cuatro, cinco y seis modificaban la apertura de la válvula principal de admisión de gases calientes. En las últimas tres maniobras se varió la depresión dentro de la cámara del atomizador modificando la velocidad de giro del ventilador de cola.



**Figura 1:** Esquema en el que se reflejan las nueve maniobras realizadas en el atomizador.

## 3. RESULTADOS

Para utilizar el modelo propuesto, es necesario conocer el caudal de gases calientes que fluyen a través del atomizador y las propiedades físicas de la suspensión procesada, (densidad y contenido de sólidos). Con estos datos, recogidos en las medidas experimentales efectuadas durante la realización de las maniobras, y al establecer una distribución de tamaños de gota y una temperatura de los gases de secado, puede calcularse la distribución resultante del tamaño de los gránulos, la temperatura de los gases a la salida del atomizador y la humedad del polvo producido.

	T_Salida (°C)		Humedad (%)		DTG			
	Exp	Sim	Exp	Sim	d50 ( μm)		σ	
					Exp	Sim	σ Exp	σ Sim
<b>M1</b>	101,4	104,9	7,2	7,2	380,2	391,7	1,5	1,6
<b>M2</b>	106,7	108,8	5,5	5,5	365,8	387,1	1,5	1,5
<b>M3</b>	100,4	99,0	8,7	8,8	402,3	398,9	1,6	1,6
<b>M4</b>	102,0	102,1	7,2	7,2	399,2	394,1	1,5	1,6
<b>M5</b>	97,4	98,8	9,1	9,0	407,0	399,6	1,6	1,6
<b>M6</b>	108,4	111,0	4,5	4,5	378,9	384,8	1,5	1,5
<b>M7</b>	99,3	100,4	8,3	8,2	392,9	396,5	1,6	1,6
<b>M8</b>	95,2	95,1	9,0	8,8	404,9	398,1	1,6	1,6
<b>M9</b>	93,5	93,4	9,1	9,0	416,5	398,8	1,6	1,6

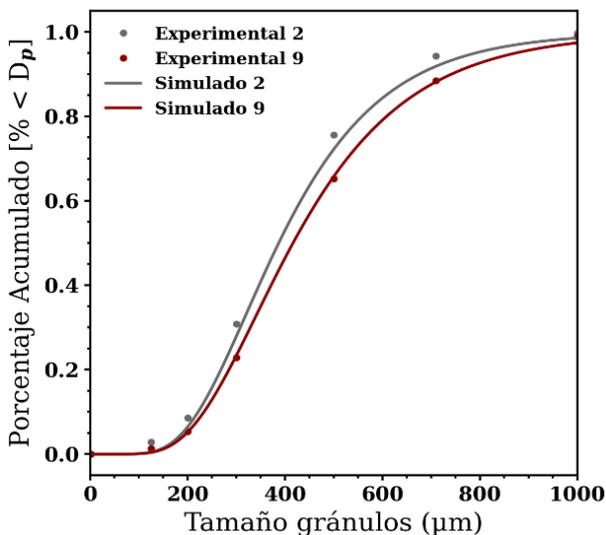
**Tabla 1.** Comparativa entre los resultados experimentales y simulados obtenidos en las nueve maniobras realizadas en el atomizador.

La Tabla 1 presenta una comparación entre los resultados experimentales y las predicciones del modelo en las nueve maniobras realizadas. En líneas generales, el modelo exhibe una precisión adecuada, especialmente en la estimación de la temperatura de salida de los gases calientes y, sobre todo, en la del contenido de humedad del polvo fabricado, donde los errores son muy bajos. Concretamente, la estimación de la temperatura de salida de los gases presenta un error absoluto promedio, respecto a los valores experimentales de  $1,4^{\circ}\text{C}$ , mientras que la humedad se estima con un error de  $0,04\%$ .

En relación al parámetro  $d_{50}$ , que representa el diámetro de gránulo para el cual el 50% en masa de los gránulos del polvo son de menor tamaño, se observan discrepancias más acusadas, especialmente en las condiciones operativas para las que el tamaño de los gránulos resultantes se desplaza, respecto a la situación intermedia nominal, tanto hacia tamaños más grandes, como más pequeños.

La Fig. 2 muestra, a modo de ejemplo, la distribución acumulada del tamaño de los gránulos (DTG) para los casos dos y nueve, que son los escenarios con las mayores discrepancias en  $d_{50}$ . Como puede observarse, tal y como se ha comentado anteriormente, el tamaño de los gránulos en la maniobra 2 queda ligeramente sobrestimado por el modelo, mientras que el de los de la maniobra 9 queda subestimado. No obstante, es importante destacar que el modelo conserva su coherencia al prever, de manera cualitativa, los valores más bajos o más altos de  $d_{50}$  en los mismos escenarios que los observados en la experimentación.

La estimación de la DTG por parte del modelo implica resolver simultáneamente los balances de energía y materia al atomizador, junto con el balance poblacional de gotas. Este procedimiento es complejo debido a la interdependencia de estas ecuaciones y la necesidad de considerar múltiples variables. Sin embargo, los resultados obtenidos hasta el momento demuestran que el modelo logra abordar esta complejidad de manera efectiva, interpretando con bastante precisión el comportamiento del atomizador en la realidad.



**Figura 2:** Comparativa entre las distribuciones del tamaño de los gránulos experimental y simulada en M2 y M9.

Para mejorar la precisión en la estimación de las distribuciones de tamaño de los gránulos del polvo fabricado, es esencial realizar una experimentación adicional, no considerada inicialmente en este estudio. Esta investigación adicional permitirá establecer correlaciones entre las propiedades de las suspensiones cerámicas procesadas, las características de las boquillas de pulverización y las condiciones de bombeo, con la distribución del tamaño de las gotas generadas en la cámara de secado del atomizador, y a su vez con el tamaño de los gránulos obtenidos.

#### 4. CONCLUSIONES

- El modelo de simulación muestra una buena precisión en la predicción de variables críticas como la temperatura de los gases calientes y la humedad del polvo atomizado, con errores relativos por debajo del 3%.
- Aunque el modelo es capaz de predecir cualitativamente las tendencias en  $d_{50}$ , presenta ciertas discrepancias cuantitativas, especialmente en escenarios donde el  $d_{50}$  es notablemente alto o bajo.
- Los resultados sugieren que el modelo es robusto y coherente en diferentes condiciones operativas, aunque podría beneficiarse de ajustes adicionales para mejorar la precisión en la estimación del  $d_{50}$ .

## 5. REFERENCIAS

- [1] Wang, Z., Yang, C., & Zhang, Y. (2014). Population balance modeling and simulation of spray drying process for ceramic slurry. *Chemical Engineering Journal*, 236, 369-377.
- [2] Teixeira, R., & Oliveira, F. (2015). CFD simulation of spray drying process for ceramic slurry. *Ceramics International*, 41(12), 11159-11167.