

# IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE IMPRESIÓN ADITIVA 3D A LA PROMOCIÓN Y RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO VALENCIANO

M.P. GÓMEZ-TENA<sup>1</sup>, M.J. MÁÑEZ<sup>2</sup>, J. MONTOLÍO<sup>1</sup>, D. LORES<sup>1</sup>, J. GILABERT<sup>1</sup>, J.A. MARTÍNEZ-MOYA<sup>2</sup>, F. VÉLEZ DE GUEVARA<sup>1</sup>

(1) Instituto de Tecnología Cerámica (ITC) Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE).  
(2) Departamento d'Enginyeria de Sistemes Industrials i Disseny. Universitat Jaume I. Castellón (Spain)



## 1. Introducción



La Comunidad Valenciana cuenta con una gran variedad de elementos histórico-artísticos, tanto arquitectónicos como esculturales. Durante los últimos años se ha realizado un gran esfuerzo de puesta en valor, registro y preservación del patrimonio arquitectónico valenciano, aunque el coste asociado a materiales y mano de obra cualificada llega a limitar en gran medida el número de actuaciones.

Las nuevas tecnologías de fabricación aditiva, comúnmente conocidas como impresión 3D, permiten una gran flexibilidad en la fabricación, lo cual las hace especialmente atractivas como aplicación a este sector donde piezas o maquetas son piezas únicas, de ahí su elevado coste.

No obstante, las técnicas actuales de impresión 3D resuelven parcialmente las necesidades detectadas, la obtención de un **materi al cerámico** frente a otros materiales como plásticos y/o composites presenta la ventaja de mejorar la durabilidad y estabilidad del producto final en el tiempo, minimizando posteriores intervenciones.

## 3. Metodología y materiales

En las primeras fases del proyecto, se ha seleccionado la tecnología de **Binder Jetting** para el prototipado de piezas utilizando como base un material cerámico en polvo y un aglutinante en base acuosa.

Es necesario que todas las variables del proceso se optimicen para obtener buenas propiedades tanto mecánicas como estéticas, de acuerdo con ello la secuencia de trabajo genérica ha sido la siguiente:

- Escaneado y modelización en 3D de piezas correspondiente al patrimonio de la Comunidad Valenciana.
- Formulación de materiales de base arcillosa para cada una de las técnicas de impresión seleccionadas.
  - o Tamaño de partícula del polvo
  - o Porcentaje de aditivo
  - o Materia prima
- Optimización de parámetros de impresión.
  - o Porcentaje de ligante o "binder"
  - o Porcentaje de relleno
  - o Potencia del laser
  - o Orientación de las piezas en la base de construcción
- Caracterización estética y técnica de los prototipos realizados.
  - o Resistencia mecánica flexión
  - o Absorción de agua
  - o Porosidad
  - o Variación dimensional



## 4. Resultados

Las propiedades caracterizadas para la validación de las piezas a nivel técnico impresas mediante Binder Jetting, han sido la resistencia mecánica a la flexión y la porosidad (Tabla 2). Con los datos obtenidos se ha evaluado la influencia de la orientación de impresión en las propiedades mecánicas y la uniformidad de la estructura porosa en el proceso.



Tabla 1 Composición mineralógica genérica de los materiales pulverulentos utilizados

| Cuarzo (%) | Caolinita (%) | Mica (%) | Calcita (%) | Feldespató sódico (%) | Aditivos orgánicos (%) |
|------------|---------------|----------|-------------|-----------------------|------------------------|
| 25-35      | 20-25         | 5-10     | 5-15        | 20-30                 | 5-10                   |

Tabla 2 Resultados de los ensayos mecánicos de las composiciones de revestimiento de pasta blanca (R) y gres porcelánico (G)

| Revestimiento de pasta blanca |   |                            |     | Gres porcelánico |   |                            |    |
|-------------------------------|---|----------------------------|-----|------------------|---|----------------------------|----|
| Referencia                    |   | Resistencia mecánica (MPa) |     | Referencia       |   | Resistencia mecánica (MPa) |    |
| R                             | 1 | v                          | 2   | G                | 1 | 4                          | 68 |
|                               |   | h                          | 2   |                  |   | 3                          | 67 |
|                               | 2 | v                          | 2   |                  | 2 | 11                         | 50 |
|                               |   | h                          | 1.5 |                  |   | 8                          | 51 |
|                               | 3 | v                          | 2   |                  | 3 | 12                         | 49 |
|                               |   | h                          | 1.5 |                  |   | 6                          | 61 |

"v" y "h" indican la dirección de impresión

## 5. Conclusiones

De acuerdo con los resultados, se obtienen las siguientes conclusiones:

- La **estructura porosa** de los materiales es **uniforme**, excepto en el caso de G3
- La resistencia mecánica en cocido depende de la **direccionalidad de deposición**, ya que las piezas que se construyen paralelamente (vertical) a la deposición presentan mayor resistencia mecánica que las de construcción perpendicular (horizontal)
- Se observa una **buena calidad estética** de las piezas en ambos materiales, permitiendo la impresión de geometrías complejas (incluso voladizos), resoluciones elevadas (0,1 mm) con detalles de hasta 2mm

## 6. Bibliografía

- [1] Mechanical Characterization of High-dimensional Clayey Artefacts Manufactured by Robocastings January 2019 DOI: 10.29272/cmt.2018.0008
- [2] Binder jetting of ceramics: Powders, binders, printing parameters, equipment, and post-treatment April 2019 Ceramics International DOI:10.1016/j.ceramint.2019.04.012
- [3] 8th International Conference on Photonic Technologies LANE 2014 On the possibility of selective laser melting of quartz glass R.S. Khmyrova, S.N. Grigorieva, A.A. Okunkovaa, A.V. Gusarovb aMoscow State University of Technology "STANKIN", Vadkovsky pereulok 3a, 127055 Moscow, Russia bEcole Nationale d'Ingénieurs de Saint-Etienne, 58 rue Jean Parot, 42023 Saint-Etienne, France
- [4] 3D printing of ceramics: A review Zhangwei Chen, Ziyong Li, Junjie Li, Chengbo Liu, Changshi Lao, Yuelong Fu, Changyong Liu, Yang Li, Pei Wang, Yi He Additive Manufacturing Institute, College of Mechatronics and Control Engineering, Shenzhen University, Shenzhen, China

## Agradecimientos

El proyecto RestaurAM, con referencia IMDEEA / 2019/81, ha sido cofinanciado mediante fondos IVACE y FEDER, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020