

# Proceso de impresión en impresora 3D con doble extrusor usando modelado por deposición fundida (FDM)

*Dual extruder 3D printer printing process using fused deposition modeling (FDM)*

Javier Molina-Salazar<sup>1</sup>, Secundino Ramos-Lozano<sup>1</sup>, Manuel-Arnoldo Rodríguez-Medina<sup>2</sup> y Eduardo-Rafael Poblano-Ojinaga<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (México)

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México (México)

DOI: <https://doi.org/10.6036/10347>

La aparición de tecnologías de fabricación avanzadas, junto con las demandas de los consumidores de productos y servicios más personalizados, está provocando cambios en la escala y distribución de la fabricación [1]. Una de estas tecnologías avanzadas de proceso es la fabricación aditiva. La fabricación aditiva, también conocida como impresión 3D, es una tecnología de fabricación transformadora que desempeñará un papel importante en el sector de fabricación crítico. Las impresoras 3D de grado industrial se utilizan cada vez más para producir piezas funcionales en sistemas importantes [2].

Las consecuencias de la adopción de esta nueva tecnología de producción sobre la sostenibilidad industrial no se comprenden bien. Como tecnología en constante desarrollo, existen desafíos para obtener sus beneficios, así mismo, el desarrollo y la creciente importancia de las impresoras 3D se debe a la gran necesidad de generar modelos de forma eficiente y eficaz. Las impresoras 3D tienen una gran capacidad para imprimir diseños complejos y personalizados.

Existen varias técnicas de impresión 3D, tal como estereolitografía (SLA), fusión selectiva por láser (SLM), sinterización selectiva por láser (SLS), entre otras. De éstas, la de extrusión de material, tam-

bién conocida como tecnología de modelado por deposición fundida (FDM, por sus siglas en inglés), es la tecnología de impresión más utilizada, usando polímeros termoplásticos, ofreciendo una amplia variedad de propiedades, tales como color, transparencia, resistencia a la tracción, rigidez y bio-compatibilidad [3].

El proceso de impresión 3D, basado en extrusión es anisotrópico, lo cual se debe a la diferencia entre las capas que se generan durante el proceso de impresión. La anisotropía es la principal limitante de la practicidad de tecnología FDM en algunas aplicaciones, requiriendo en algunas circunstancias rediseño de la geometría de las piezas. Dentro de las limitantes destaca la textura característica de la adición en capas y las oquedades existentes entre filamentos depositados (intercara) y entre capas (intercapa), y se plantea el supuesto de que si se añade un volumen de solape permitiera que se una la parte (A) impresa con el extrusor I con la parte (B) impresa con el extrusor II (Figura 1. <https://comprarimpresora3d.org/de-doble-extrusor>).

En (4) se analiza el tiempo de impresión, como una oportunidad de mejora en el uso de la tecnología FDM, ya que en algunos modelos este tiempo puede durar desde unas horas hasta días, dependiendo de la complejidad y el tamaño del modelo. Con la finalidad de reducir considerablemente el tiempo de impresión, se propone un nuevo proceso que permita seccionar el modelo en tantas partes como extrusores se puedan colocar en la impresora, con la finalidad de imprimirlas simultáneamente en un área de impresión común. Esto permite realizar un solape en cada capa impresa para unir las secciones impresas por

cada extrusor y así formar una sola pieza. Por lo anterior, en el presente estudio se evalúa la tensión de solape comparándolo con un modelo impreso sin solape, para determinar si existe diferencia significativa entre los dos modelos, de acuerdo a la norma ASTM D638-14. Para las pruebas de tensión en una maquina universal se utiliza como material de impresión el Ácido Poli-láctico (PLA). Un solape de 2 mm y 4 mm de longitud proporciona valores de tensión menores a los valores obtenidos con la probeta sin solape. El solape de 3 mm proporciona una media más alta, la cual se reduce cuando se incrementa o disminuye la longitud de solape, por lo que la longitud de 3 mm es la adecuada para aplicaciones donde se use el método propuesto de impresión, ya que la tensión es muy cercana a las muestras impresas sin solape. Con longitud de solape de 2 mm, aunque la tensión es menor, es suficiente para aplicaciones donde el esfuerzo no es aplicado en esta sección. No se recomiendan longitudes mayores a 3 mm ya que según este estudio no trae beneficios adicionales que incrementen la fortaleza de la unión.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación de tiempos de impresión se observa una reducción de tiempo de aproximadamente 45% con ligeras variaciones dependiendo de la densidad de llenado. En general, con un solape adecuado (3 mm) se obtiene una pieza sólida en un menor tiempo total de impresión utilizando este método propuesto de impresión ya que el solape es apenas visualmente perceptible y nos proporciona una pieza con una unión fuerte y sólida [4].

## REFERENCIAS

- [1] Ford, S., & Despeisse, M. (2016). Additive manufacturing and sustainability: an exploratory study of the advantages and challenges. *Journal of cleaner Production*, 137, 1573-1587.
- [2] Yampolskiy, M., Skjellum, A., Kretzschmar, M., Overfelt, R. A., Sloan, K. R., & Yasinsac, A. (2016). Using 3D printers as weapons. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 14, 58-71.
- [3] Carrasco, F., Pagès, P., Gámez-Pérez, J., Santana, O. O., & MasPOCH, M. L. (2010). Processing of poly (lactic acid): Characterization of chemical structure, thermal stability and mechanical properties. *Polymer Degradation and stability*, 95(2), 116-125.
- [4] Ramos-Lozano, S., Molina-Salazar, J., Rico-Perez, L., Atayde-Campos, D. (2019). OVERLAP EVALUATION GENERATED DURING PRINTING PROCESS ON A MULTI-EXTRUDER 3D PRINTER THAT USES FUSED FILAMENT DEPOSITION TECHNOLOGY. *DYNA New Technologies*, 6(1). [11 p.]. DOI: <https://doi.org/10.6036/NT9178>



(a)



(b)

Figura 1. Impresora triple extrusor (a) e impresora doble extrusor (b)