

Impresión 3D: una solución rápida para moldes de plásticos

* Erika Atayde

Cesar Omar Balderrama Armendariz

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

cesar.balderrama@uacj.mx

Resumen

La manufactura aditiva (MA), también conocida como impresión 3D, ha surgido como una revolución en la industria, transformando la manera en que se diseñan y fabrican objetos. A diferencia de los métodos tradicionales sustractivos (donde se remueve material de un bloque sólido), la MA construye objetos tridimensionales capa por capa a partir de modelos digitales. Este artículo presenta los fundamentos de esta tecnología, sus principales técnicas, ventajas y desventajas, así como sus aplicaciones en diversas industrias. También se analiza su impacto en el diseño y desarrollo de productos, su potencial para una producción personalizada y sostenible, y se exponen los retos y perspectivas futuras de esta tecnología emergente.

Introducción

La industria dedicada a la manufactura de componentes plásticos enfrenta importantes desafíos para desarrollar moldes de inyección, como altos costos, largos tiempos de producción y la necesidad de contar con equipo y personal especializado. En este contexto, la manufactura aditiva (también conocida como impresión 3D) ofrece ventajas prometedoras.

Actualmente, es esencial optimizar los recursos en todos los ámbitos de la manufactura, con el objetivo de simplificar, abaratar y agilizar las actividades cotidianas. El moldeo es un claro ejemplo de ello. La manufactura aditiva es un conjunto de tecnologías que se ha usado en años recientes para diseñar y fabricar productos personalizados con gran complejidad.



Figura 1. Molde impreso con cavidades complejas.

El moldeo por inyección de plásticos es una rama relevante dentro de la manufactura, aunque costosa y lenta, ya que el tiempo que se tarda en fabricar los moldes influye directamente en la salida de producción. La MA ha demostrado facilitar este proceso, permitiendo una amplia variedad de diseños, lo cual incrementa la posibilidad de fabricar productos en diversas áreas de investigación [1].

En muchas industrias, los moldes de acero o aluminio son comunes, pero pueden costar miles de dólares y tardar hasta tres meses en producirse [2]. A esto se suman los tiempos de entrega, que pueden variar de 90 a 150 días debido al transporte y trámites de importación/exportación [3].

La impresión 3D aparece como una alternativa viable que cambia los enfoques tradicionales de manufactura, gracias al uso de nuevas tecnologías como el prototipado rápido y herramientas digitales que facilitan y expanden las posibilidades de producción [3].

Una forma sencilla de entender la manufactura aditiva es pensar que, en lugar de eliminar material de un bloque sólido (como ocurre en procesos sustractivos), esta tecnología agrega material por capas, como si se construyera un edificio. Esto

permite una gran libertad de diseño y una precisión que muchas veces no es posible con los métodos tradicionales [4].

Buscar moldes rentables y de buena calidad es fundamental para reducir costos, sobre todo en la creación de prototipos o lotes pequeños. En este sentido, la impresión 3D representa una solución viable, aunque aún se enfrentan desafíos como la durabilidad de los moldes y los acabados superficiales [5].

Manufactura aditiva e impresión 3D

La impresión 3D, también llamada manufactura aditiva, es una tecnología que permite crear objetos tridimensionales depositando capas sucesivas de material fundido. Su popularidad ha aumentado en industrias que requieren diseños flexibles y tiempos de entrega cortos.

A diferencia de los métodos tradicionales como el fresado o mecanizado (que eliminan material), la impresión 3D construye piezas directamente a partir de un modelo digital. Entre sus principales ventajas están la simplificación de los procesos de fabricación y la posibilidad de crear incluso productos finales

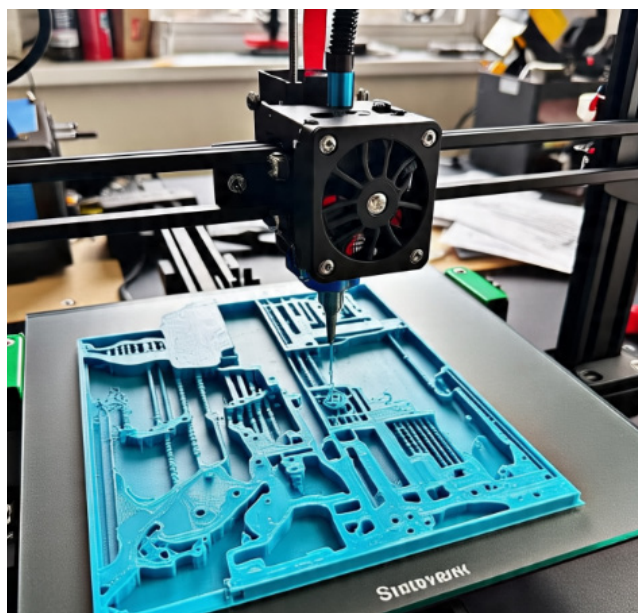


Figura 2. Impresora 3D generando cavidades detalladas.

usando materiales como polímeros, cerámicas, metales o compuestos, aprovechando sus propiedades mecánicas, térmicas o químicas [6].

Una de las técnicas más usadas es el modelado por deposición fundida (FDM, por sus siglas en inglés), que consiste en depositar material fundido capa por capa hasta completar el diseño realizado en un software de modelado. Esta técnica permite imprimir moldes usando materiales con alta resistencia térmica y mecánica. También existen otras opciones, como las resinas de FormLabs, que utilizan estereolitografía (curado por luz); el sinterizado láser selectivo, donde un láser funde polvo de material para formar piezas sólidas; o el bombardeo de electrones, que permite trabajar con polvos metálicos de alta resistencia [6].

Materiales y propiedades

Hoy en día existe una amplia variedad de materiales de alto rendimiento adecuados para la fabricación de moldes por impresión 3D. Algunos ejemplos con potencial para insertos de moldes en inyección de plásticos incluyen:

Polycarbonato (PC): plástico resistente al impacto y rígido. Mantiene su rigidez hasta los 140 °C y su tenacidad (capacidad de absorber energía sin romperse) hasta los 20 °C. Su temperatura óptima de impresión está entre 260 °C y 290 °C [7], [8].

PEI (Polieterimida): conocido comercialmente como Ultem, es un material ideal para moldeo debido a su alta resistencia térmica. Su temperatura de extrusión se sitúa entre 370 °C y 390 °C [8].

Materiales compuestos: combinación de dos o más materiales que, al unirse, mejoran sus propiedades. Son más ligeros y resistentes que el acero, y más rígidos, lo que los hace adecuados para moldes de inyección [1].

PEEK (Poliéter éter cetona): material orgánico compuesto por éteres y cetonas. Tiene buena

durabilidad, es biocompatible (compatible con el cuerpo humano), resiste químicos, permite el paso de rayos X y tiene propiedades comparables al aluminio o titanio [9].

Polímeros reforzados: polímeros a los que se añade fibra (de vidrio, carbono o kevlar) en forma corta o continua. Son materiales destacados por su baja expansión térmica y buena conductividad [10].

Las experiencias recientes

La impresión mediante tecnologías 3D sigue revolucionando la manufactura en distintas industrias, y la aplicación en moldes no es la excepción. En los últimos años se han realizado diferentes aplicaciones de moldes fabricados con manufactura aditiva en distintas ramas de la industria, experimentando con materiales y procesos adecuándolos a sus necesidades.

Como primer ejemplo, un grupo de investigadores de la Universidad de Bolonia trabajaron con el diseño de un molde impreso en tecnología 3D, con el objetivo de proteger el tapón de combustible de una motocicleta de carreras. ¿Cuál fue el truco? Ellos utilizaron fibra de carbono y ajustaron los parámetros de impresión para que tuviera una mayor resistencia y un mejor acabado superficial [5].

Otro ejemplo es la investigación realizada por un equipo de la Academia de Ciencias de Hungría, donde se enfocaron en el análisis del impacto de cargas térmicas y mecánicas de insertos de moldes que fueron fabricados con impresión 3D. Su estudio concluyó con una correlación entre la tensión de los insertos y la presión de la cavidad, lo que les permitió predecir posibles fallas mecánicas antes de que estas pasaran [11].

En una investigación aparte, un grupo participante en la conferencia ESAFORM 2021 evaluó la Polieterimida (PEI) en insertos usados en moldes para la inyección de plásticos. Se dieron cuenta de que, aunque el material es térmicamente estable, se

presentaban problemas con la expulsión de las piezas y la permeación de agua. Ellos recomendaron pulir las piezas y utilizar recubrimientos para mejorar las características superficiales [8].

Loaiza y su equipo, de la Universidad EAFIT en Colombia, se enfocaron en la manufactura de moldes para cuchillos desechables, haciendo uso de tecnologías 3D como lo son la estereolitografía (SLA, por sus siglas en inglés), la impresión en pantalla de cristal líquido (LCD, por sus siglas en inglés) y la estereolitografía enmascarada (MSLA, por sus siglas en inglés). Como consejo final, propusieron verificar las dimensiones de los diseños y evaluar diferentes tipos de resinas para así poder optimizar los costos de las investigaciones [12].

Otra investigación, dirigida por un grupo de la Universidad Politécnica de Valencia, exploró la impresión 3D en la fabricación a gran escala utilizando fibra de carbono. Lograron mejorar sus procesos con ayuda de simulaciones y también realizaron las impresiones en ángulos de 45 grados, con lo que redujeron el consumo de material, y los productos finales resultaron ser de buena calidad [13].

Conclusión

Las investigaciones muestran que la manufactura aditiva en moldes para inyección de plásticos es una alternativa viable que puede mejorar la calidad, reducir costos y ofrecer procesos más sostenibles. La MA resulta ideal para fabricar moldes en prototipos o producciones cortas.

Los estudios sugieren considerar materiales como PolyCast o PolySmooth para mejorar la estabilidad térmica y mecánica, así como aplicar procesos posteriores (como pulido o recubrimientos) para lograr mejores acabados.

Un aspecto clave es analizar bien las propiedades de los materiales, ajustando los parámetros de impresión para aprovechar al máximo sus cualidades. También se recomienda investigar los postprocesos para reforzar o mejorar partes específicas del molde.

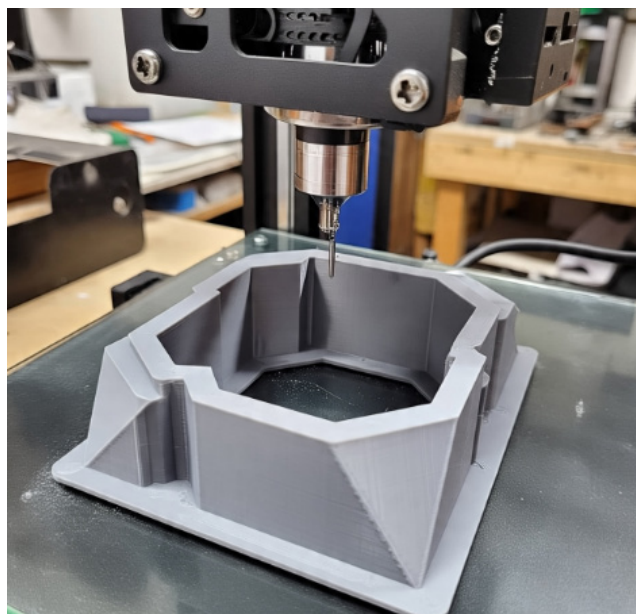


Figura 3. Capacidad de impresora 3D de imprimir moldes en distintas alturas.

En conclusión, la impresión 3D no solo es una alternativa viable para fabricar moldes, sino que también permite procesos más eficientes, con menores costos y tiempos de entrega. Esto tiene un impacto económico positivo en las empresas, ayudándolas a adaptarse a los cambios del mercado.

La manufactura aditiva está revolucionando la forma en que fabricamos, y con el desarrollo continuo de tecnologías y materiales, se posiciona como una herramienta clave en el futuro de la industria. ¡Sin duda, estos avances seguirán dando mucho de qué hablar!

Referencias

- [1] M. J. Rosel Solís, J. Molina Salazar, J. A. Paz González, and J. A. Ruíz Ochoa, "La manufactura aditiva y los materiales compuestos en el diseño de prótesis transtibiales de uso deportivo," *REVISTA DE CIENCIAS TECNOLÓGICAS*, vol. 1, no. 1, pp. 27–43, Sep. 2018, doi: <https://doi.org/10.37636/recit.v1i12743>.
- [2] Espinosa R. José D. and Rodríguez S. José L., "Diseño y simulación de un molde construido mediante el uso de manufactura aditiva para la fabricación de botellas plásticas," 2020. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/50354>
- [3] G. Carrillo, C. Nuila, J. Laínez, G. Carrillo, C. Nuila, and J. Laínez, "Prototipado rápido en la fabricación de moldes impresos en 3D para soplado de plástico," *Ingenius*, no. 24, pp. 28–35, Jun. 2020, doi: <https://doi.org/10.17163/ings.n24.2020.03>.

- [4] C. Alfonso, F. Roldan, A. Miyer, and S. Castrillón, "MANUFAC TURA ADITIVA EN MATERIALES POLIMÉRICOS POR PROCESO 3D FDM," *Revista digital de Semilleros de Investi gación REDSI*, vol. 3, pp. 1–7, 2020. doi: <https://doi.org/10.24054/sei.v3i1.1192>.
- [5] P. Ferretti *et al.*, "Molds with advanced materials for carbon fiber manufacturing with 3d printing technology," *Polymers (Basel)*, vol. 13, no. 21, Nov. 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/polym13213700>.
- [6] Hernández P. Andrea A., "La manufactura aditiva en la pro ducción de prototipos 3D dentro del CCAI," *Revista de investiga ción y Desarrollo tecnológico CCAI TESE*, vol. X, pp. 1–6, 2023. <https://revista.ccaite.se.com/index.php/ridt/article/view/11/2>
- [7] A. Bahar, S. Belhabib, S. Guessasma, F. Benmahiddine, A. E. A. Hamami, and R. Belarbi, "Mechanical and Thermal Properties of 3D Printed Polycarbonate," *Energies (Basel)*, vol. 15, no. 10, May 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/en15103686>.
- [8] D. Farioli, M. Strano, F. B. Vangosa, V. G. Zaragoza, and A. Aicardi, "Rapid tooling for injection molding inserts," in *ESA FORM 2021 - 24th International Conference on Material For ming*, PoPuPS (University of LiFge Library), 2021. doi: <https://doi.org/10.25518/esaform21.4186>.
- [9] R. Dua, Z. Rashad, J. Spears, G. Dunn, and M. Maxwell, "Applications of 3d-printed peek via fused filament fabrication: Asystematic review," Nov. 01, 2021, *MDPI*. doi: <https://doi.org/10.3390/polym13224046>.
- [10] M. Tutar, "A Comparative Evaluation of the Effects of Manufac turing Parameters on Mechanical Properties of Additively Ma nufactured PA and CF-Reinforced PA Materials," *Poly mers (Basel)*, vol. 15, no. 1, Jan. 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/polym15010038>.
- [11] S. Krizsma, N. K. Kovács, J. G. Kovács, and A. Suplicz, "In-si tu monitoring of deformation in rapid prototyped injection molds," *Addit Manuf*, vol. 42, Jun. 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.addma.2021.102001>.
- [12] Loaiza V. Juan C. and Echeverry C. Carlos M, "MAQUINAS Y RESINAS DE BAJO COSTO APLICADOS AL DESARRO LLO DE PIEZAS PLASTICAS EN LA FASE DE VALIDCION POR MANUFACTURA ADITIVA EN MOLDES DE INYEC CIÓN," 2022. . [Online]. Available: <https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/3d192e0f-677e-4ef6-8e62-cab4dcef39a9/content>
- [13] C. García Gascón, "Diseño y fabricación de moldes para materiales compuestos en fabricación aditiva de gran for mato: Hacia la economía circular del proceso," Jul. 2023, Accessed: Oct. 09, 2023. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/195432>

