

# Fabricación aditiva láser eficiente y sostenible por deposición directa de componentes multimaterial

LORTEK integra un módulo láser y cabezal con diferentes longitudes de onda

La industria europea se enfrenta a un enorme reto que consiste en encontrar las tecnologías adecuadas y asequibles para la transición masiva a un sistema de producción limpio y respetuoso con el clima, permitiendo el desarrollo de productos sostenibles. La fabricación aditiva basada en láser (Laser Beam Additive Manufacturing, LBAM) es un método rápido, flexible y reconfigurable para la fabricación de piezas con geometrías complejas y de alta precisión. Tiene el potencial de ser una de las tecnologías de fabricación más apropiada y asequible que cumple con los criterios de la Producción Sostenible (procedente de materiales sostenibles; fabricados y ensamblados de manera moderada; se diseñan para que sean reciclables y reutilizables en todo su ciclo de vida).

A pesar de las grandes ventajas de LBAM (Laser Beam Additive Manufacturing) en términos de producción y ensamblaje de componentes multimaterial con geometría compleja, que a menudo no son posibles de fabricar mediante otras tecnologías, LBAM sigue enfrentándose a los retos de satisfacer las demandas de los clientes industriales y la competitividad en el mercado. Algunos de estos retos son:

- Elevado coste inicial de los equipos de producción haciendo que la inversión inicial y los costes de producción sean prohibitivos.
- Los equipos LBAM actuales utilizan sistemas láser que operan en longitudes de onda en torno a 1000 nm (near IR). La alta reflectividad de muchos metales a esta longitud de onda limita el portafolio de materiales y productos que pueden fabricarse mediante esta tecnología.

- Altos costes de producción debido a la baja eficiencia energética de los sistemas láser de lámpara, disco y fibra utilizados comúnmente en LBAM.
- Dificultad para transferir el diseño a un producto fabricado por primera vez y sin defectos de un nuevo producto (enfoque de fabricación por ensayo y error) debido a la falta de conocimiento en la relación entre material, geometría, proceso, microestructura, propiedades y funcionamiento.

En consecuencia, las tecnologías LBAM se utilizan actualmente para crear componentes individuales monomaterial y enfocados en unos pocos sectores industriales (por ejemplo, las industrias aeroespacial, médica o automoción), donde la optimización topológica y la sostenibilidad en términos de eficiencia del material desempeñan un papel importante.

La fabricación aditiva basada en láser (Laser Beam Additive Manufacturing, LBAM) es un método rápido, flexible y reconfigurable para la fabricación de piezas con geometrías complejas y de alta precisión

## PROYECTO WAVETAILOR PARA AFRONTAR LOS RETOS DE LBAM

El proyecto WAVETAILOR (formado por un consorcio de 11 participantes localizados en 6 países: Alemania, Austria, España, Italia, Francia y Reino Unido) pretende contribuir a resolver los retos mencionados demostrando las capacidades de las nuevas tecnologías LBAM económicas, energéticamente eficientes y flexibles, para una fabricación distribuida y sostenible tanto de componentes multimaterial complejos como de ensamblajes. Mediante la utilización de diferentes células de producción LBAM y geográficamente distribuidas, WAVETAILOR contribuirá con las cadenas de fabricación y logística flexible.





Figura 1 – Célula de fabricación DED-LB/M en las instalaciones de LORTEK: (a) vista del brazo robot, posicionador y la HMI, (b) vista del brazo robot, posicionador y los alimentadores duales de polvo

El papel de LORTEK dentro del alcance del proyecto se centra en la adecuación de una de sus celdas de fabricación aditiva de deposición directa por láser y polvo metálico, DED-LB/M (del inglés Laser Beam Directed Energy Deposition with metals), para permitir una fabricación eficiente de componentes complejos y multimaterial compuestos de materiales con baja absorptividad de láser debido a la longitud de onda de los sistemas láser comerciales (IR wavelength), como son las superaleaciones de níquel y las aleaciones de cobre respectivamente. La Figura 1 muestra dos imágenes de la celda de fabricación en la que se llevará a cabo la adaptación para alcanzar los objetivos de WAVETAILOR.

Las mayores limitaciones de la tecnología están directamente relacionadas con la interacción entre el láser y la materia (estabilidad del baño fundido, acumulación de calor o eficiencia del proceso de deposición, entre otros). Es por ello por lo que una selección adecuada de la longitud de onda en función de la

absortividad láser del material objeto de fabricación (ver Figura 2), permitiría estrategias de estabilización para controlar la dinámica del baño fundido, gradiente de temperatura y las ratios de solidificación y tasa de crecimiento (solidification-growth rate). Por ejemplo, la baja absorptividad del aluminio a una longitud de onda de 1000 nm (en torno al 5% de absorptividad) es responsable del crecimiento de grano columnar, resultando perjudicial para unas buenas propiedades del componente, además de requerir de un elevado consumo energético.

Para alcanzar esta fabricación más eficiente, se instalará en la célula robótica y flexible DED-LB/M de LORTEK, un cabezal modular multi-wavelength (fabricado por PRIMA Additive,) alimentado con dos láseres de diodo de longitud de onda diferentes, uno de ellos en el rango infrarrojo y otro en el espectro azul (siendo estos fabricados por PRIMA Additive y nLIGHT, ambos miembros del consorcio de WAVETAILOR). Con ello, será posible aumentar la eficiencia energética mediante la utilización selectiva del láser con

longitud de onda más adecuado y en función de la máxima absorptividad de los materiales a procesar.

Con el objetivo de probar esta nueva tecnología, se llevarán a cabo estudios de optimización de la ventana de proceso para la fabricación de componentes multimaterial compuestos de superaleaciones base níquel y aleaciones base cobre. Se estudiará la compatibilidad entre ambos materiales y también diferentes gradientes funcionales de composición para obtener probetas con mínima defectología y con una buena interacción entre ambos materiales. Finalmente, se llevará a cabo la fabricación de un retador demostrador multimaterial para un caso de uso del sector aeroespacial.

