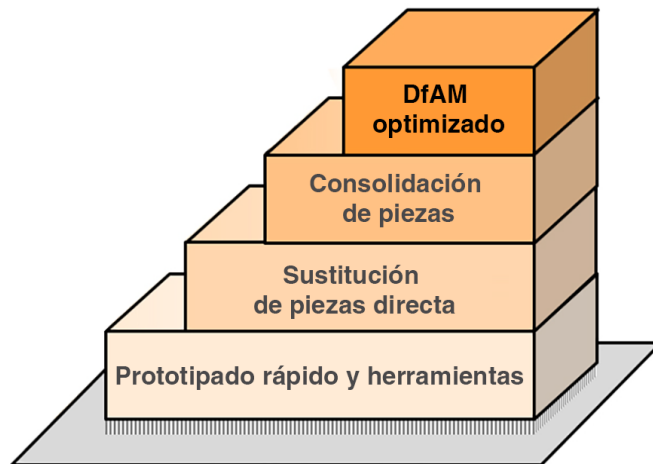


Impacto de la fabricación aditiva, 2ª parte: cómo puede alterar su sector la fabricación aditiva

La impresión 3D metálica tiene el potencial para revolucionar la forma en la que se diseñan y fabrican los productos, con oportunidades para la innovación y modelos empresariales completamente nuevos. En este segundo artículo de dos, exploramos la naturaleza de los cambios que la fabricación aditiva (FA) puede introducir en los mercados de productos, los pasos que deben seguir las empresas para liderar esta transformación.

En el primer artículo [Impacto de la fabricación aditiva, 1ª parte](#), presento un modelo de escalera de implantación de AM y explico cómo las ventajas de producción y los beneficios sostenidos de esta tecnología aumentan a medida que se escalan los niveles. Estas ventajas aumentan a medida que se van incorporando las exclusivas características de la AM.

Tras completar los dos primeros niveles de la escalera en la 1ª parte, en este artículo se analizan los dos niveles superiores.



Nuevos diseños de productos que:

1. Proporcionan beneficios sostenidos durante el uso
2. Fabricación a medida masiva

Piezas complejas que simplifican el montaje y aumentan la fiabilidad

Reproducción de piezas, que evitan la fabricación compleja

Tiradas cortas de piezas fabricadas directamente desde CAD

Nivel 2: consolidación de piezas

Es el primer paso para empezar a cambiar el diseño de los productos y aprovechar la capacidad de la AM para fabricar piezas de formas complejas. En este caso, se trata de simplificar el producto combinando grupos de piezas en una sola construcción integral. Este nivel incluye tres prestaciones de AM:

a. Componentes de varias características

Mediante la AM, es posible diseñar características detalladas para fabricarlas en componentes en una sola operación, en vez de realizar varios procesos adicionales. De este modo, se elimina la complejidad del proceso mientras se aumenta en las piezas.

Al consolidar los distintos pasos en una sola operación aditiva, se obtienen muchos beneficios en costes de producción, por ejemplo: menos gastos en herramienta, tiempo de proceso total más corto, tiempos de preparación reducidos y sustitución de procesos de montaje complejos por un único proceso de fabricación automático.

Componentes de varias características

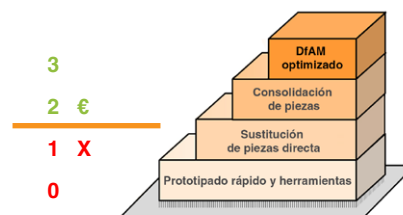
Los detalles se pueden diseñar y fabricar directamente, sin necesidad de procesos adicionales



Colector con conducciones complejas y puntales

Ventajas de producción

- € Menos gastos en herramienta
- € Tiempos de proceso más cortos
- € Tiempos de preparación más cortos
- € Montaje más sencillo
- € Automatización



b. Eliminación de juntas

Las juntas se introducen en los diseños de productos para hacer posible la producción de piezas de formas complejas que no podrían fabricarse en una sola pieza mediante la fabricación convencional. Las juntas son elementos de contacto, fijaciones, conectores, arandelas y acoplamientos. Forman parte de la pieza, por tanto, añaden peso, y tiempo de proceso y de montaje al producto. También son puntos potencialmente más débiles y con problemas de acoplamiento entre piezas fabricadas por separado, que podrían generar fallos y déficit de rendimiento. Las juntas es mejor evitarlas.

La fabricación aditiva permite crear formas complejas, p.ej., la guía de microondas acodada que muestra la imagen siguiente, en una sola operación. Por tanto, se ahorran costes de montaje y se obtiene una serie de beneficios sostenidos durante el uso.

Eliminación de juntas

Combinación de grupos de piezas en un solo componente, eliminación de puntos de unión, enlaces, juntas y cierres

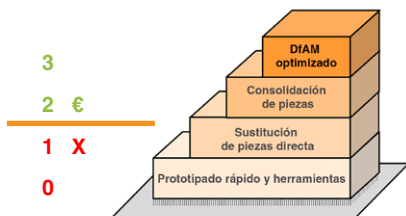
Guía de microondas de una pieza para aplicación espacial

Ventajas de producción

€ Montaje más sencillo

Beneficios sostenidos

- € Menos peso
- € Lanzamiento de productos más rápido
- € Fiabilidad del producto
- € Más rendimiento



c. Mecanismos

Es posible fabricar mecanismos entrelazados en una sola construcción de AM que, además, no necesitan montaje posterior. Los resultados son limpios, funcionales y muy atractivos.

Mecanismos

Mecanismos de varios componentes fabricados conjuntamente en forma entrelazada

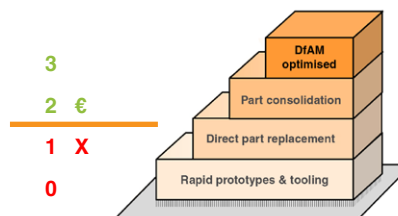
Collar de titanio de 'válvula cardíaca' entrelazado

Ventajas de producción

- € Montaje más sencillo
- € Automatización

Beneficios sostenidos

- € Lanzamiento de productos más rápido
- € Productos atractivos



Nivel 3: optimizado con DfAM

Este es el nivel más alto, donde se aplican las funciones más avanzadas. Se aplica el principio de Diseño para AM (DfAM) para aprovechar todas las ventajas de libertad de diseño disponibles. En este nivel, no hay límites para la optimización, por lo que pueden conseguirse varias soluciones radicales a media. Podemos analizar varias funciones:

a. Estructuras huecas / porosas

Muchas piezas se fabrican convencionalmente en estructuras sólidas, aunque, a menudo, una estructura hueca tiene la misma resistencia, solamente porque es demasiado difícil o costoso llegar al material del centro. La AM permite fabricar fácilmente estructuras huecas en una sola operación, con la ventaja añadida de la reducción del material utilizado y el tiempo de fabricación. También pueden utilizarse entramados para aligerar los componentes, a menudo hasta en un 50%, sin perder rigidez.

b. Optimización topológica

Otra tecnología para aligerar peso es la optimización topológica. Aquí, el principio consiste en definir las áreas de contacto del componente con el resto del mecanismo y las cargas que tiene que soportar. A continuación, se analiza en el material las tensiones que inducen estas cargas y se elimina el material que soporta la mínima tensión. Este sistema es el más eficaz para transmitir las cargas especificadas desde el material.

El ejemplo siguiente muestra un soporte para una aplicación espacial, donde el peso es fundamental. El soporte convencional se transforma en una forma hueca de dimensiones libres - que denominamos los 'dedos del destino' - reduciendo la masa en un tercio. El tiempo de proceso para diseñar y producir un diseño radicalmente nuevo puede ser sorprendentemente.

Estructuras huecas / porosas

Sustituya estructuras sólidas con diseños 'encapsulados' o con relleno reticular



Cuerpo de válvula sólida Diseño derelleno reticular

50% de reducción de masa

Optimización topológica

Forma de la pieza optimizada para transmitir las cargas, con eliminación del material que no soporta tensión



Soporte convencional

Diseño optimizado

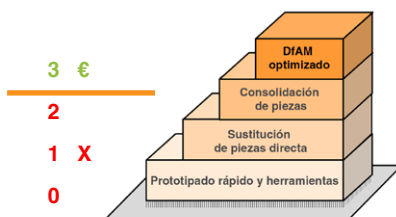
**34% de reducción de masa,
10 semanas para diseñar y fabricar**

Ventajas de producción

- € Menos materiales de desecho
- € Tiempos de proceso más cortos

Beneficios sostenidos

- € Menos peso

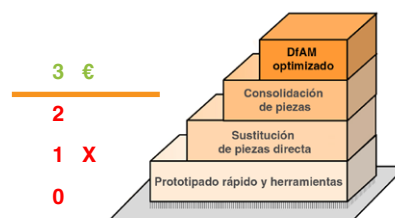


Ventajas de producción

- € Menos materiales de desecho
- € Menos gastos en herramienta

Beneficios sostenidos

- € Menos peso
- € Lanzamiento de productos más rápido



c. Estética mejorada

La AM proporciona una libertad de diseño inusual: formas orgánicas, que pueden utilizarse de manera creativa para diseñar productos atractivos, por ejemplo, en joyería.

d. Mayor área de superficie

Las zonas de contacto que soportan las cargas requieren a menudo un área de superficie grande que asegure una buena adherencia. Especialmente en implantes ortopédicos, donde los profesionales clínicos necesitan facilitar la integración entre el implante metálico y el hueso que lo rodea, para crear una fijación resistente y evitar la 'osteopenia', con la consiguiente revisión quirúrgica. Se están llevando a cabo distintos estudios importantes sobre esta materia, e investigaciones sobre integración ósea con diseños de entramado regular e irregular.

Otra aplicación que aprovecha las ventajas de las superficies de contacto grandes y cuidadosamente diseñadas es la conexión de piezas metálicas y compuestas.

Estética mejorada
Libertad para fabricar formas elegantes diferentes



Collar Aorta

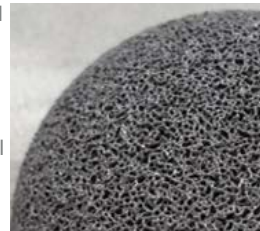


Mayor área de superficie
Superficies complejas con relieve que admiten distintas zonas de unión con otros sistemas o elementos anatómicos



Entramados de implantes ortopédicos con soporte de carga diseñados para facilitar la regeneración ósea

Rótula femoral exterior de entramado aleatorio (en colaboración con el Imperial College, Londres)

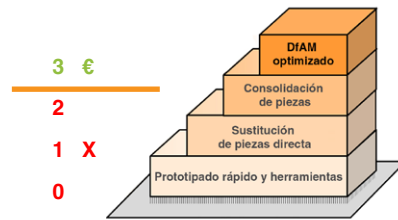
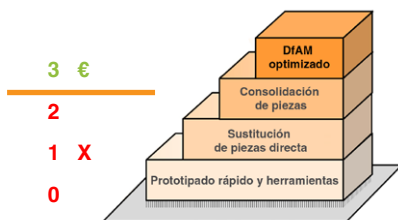


Ventajas de producción
€ Montaje más sencillo

Beneficios sostenidos
€ Mejor adaptación
€ Productos atractivos

Ventajas de producción
€ Menos materiales de desecho

Beneficios sostenidos
€ Más rendimiento
€ Mejor adaptación



e. Aumento de transferencia térmica

Los intercambiadores térmicos son una excelente aplicación para la AM. Para maximizar la transferencia térmica entre fluidos, un intercambiador térmico idóneo debería estar compuesto por una red de complejos micro-canales con paredes principales finas y superficies secundarias complejas. La capacidad exclusiva de la AM para producir características internas y externas detalladas a un coste rentable, hace posible el uso de intercambiadores térmicos más eficientes, para aligerar el peso, aumentar el rendimiento, o ambos. Obviamente, esto interesa principalmente a los sectores de motores deportivos, diseño de vehículos de carretera y aplicaciones de energía verde.

La refrigeración conformal, explicada en la [1ª parte](#), en el contexto de diseño de herramientas de moldeado, también puede aplicarse a componentes que requieren refrigeración durante su uso. Unos complejos canales que recorren la superficie del componente permiten retirar eficazmente el calor de su núcleo.

f. Aleaciones de gran resistencia

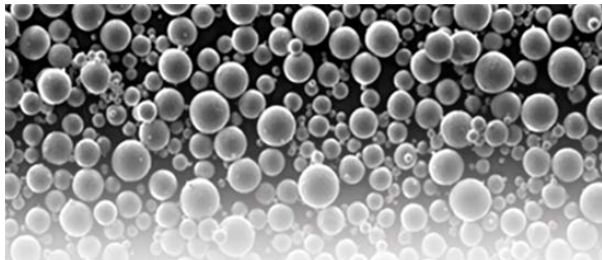
La dificultad para mecanizar algunas aleaciones puede entorpecer su utilización práctica, a pesar de reunir unas propiedades térmicas y mecánicas muy atractivas. La AM es principalmente un proceso de soldadura, por tanto, siempre que la aleación se pueda 'atomizar' en polvo, sería posible procesar estos exigentes materiales mediante técnicas de láser. Generalmente, las aleaciones exóticas son costosas, por consiguiente, reducir el material sobrante mediante la fabricación de componentes prácticamente finalizados puede ser también de gran ayuda.

Aumento de transferencia térmica
Intricados microcanales de fluido y superficies externas complejas, aumentan la transferencia térmica por volumen de unidad



Difusor térmico de aluminio compacto para coche de competición

Aleaciones de gran resistencia
Aleaciones de alta densidad y resistencia, las que no se utilizan en la actualidad por su dificultad de mecanizado



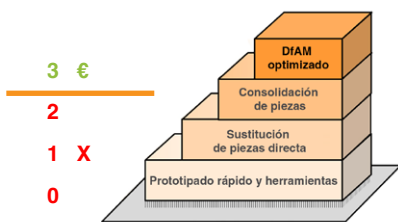
Procesamiento de aleaciones exóticas / costosas sin merma de material

Ventajas de producción

- € Menos materiales de desecho
- € Menos gastos en herramienta
- € Montaje más sencillo

Beneficios sostenidos

- € Más rendimiento

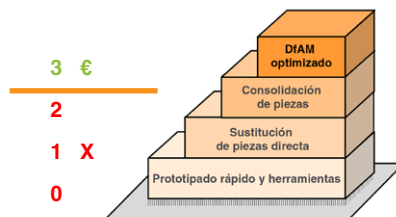


Ventajas de producción

- € Menos gastos en herramienta

Beneficios sostenidos

- € Fiabilidad del producto
- € Más rendimiento



g. Materiales de ingeniería

La capacidad de la AM para fabricar entramados finos abre la posibilidad de crear 'espumas' metálicas con propiedades diseñadas a medida minuciosamente. Estos materiales micro-estructurados pueden diseñarse para que incluyan propiedades anisotrópicas, es decir, con diferente rigidez y conductividad térmica en distintos planos. Puede compararse a la optimización topológica, pero a escala microscópica. Los materiales con arquitectura estándar y a medida abren nuevas posibilidades de productos ligeros de alto rendimiento. Los siguientes ejemplos han sido facilitados por Betatype.

Propiedades anisotrópicas
'Espumas' metálicas con diferente rigidez y conductividad térmica en distintos planos



h. Creación de listas de materiales

Puesto que la AM no requiere herramientas, es posible combinar distintos elementos de un producto en una sola fabricación. Esto significa que puede fabricar todos los componentes principales de un producto en una sola pasada y, a continuación, post-procesarlos y ensamblarlos. De este modo, resulta más fácil programar y reducir el almacenamiento, con la posibilidad de combinarlo con producción local y fabricación a medida masiva para proporcionar el mejor servicio.

Creación de listas de materiales
Generación de un paquete de piezas para fabricar un producto en una sola construcción



Ventajas de producción

- € N/P

Beneficios sostenidos

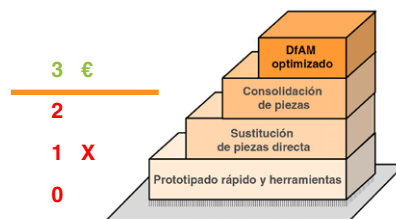
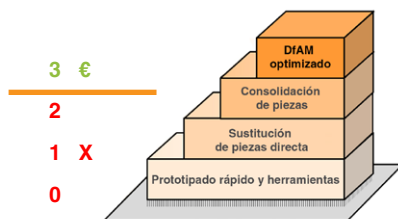
- € Productos atractivos
- € Más rendimiento
- € Mejor adaptación

Ventajas de producción

- € Tiempos de preparación más cortos
- € Montaje más sencillo

Beneficios sostenidos

- € Menos almacenamiento



i. Fabricación a medida masiva

Si dispone de un modelo CAD de la pieza que va a fabricar, apenas hay diferencia de coste y tiempo de construcción si la pieza es exactamente igual a las anteriores o ha variado ligeramente. Puesto que la AM no requiere herramientas, la producción de piezas a medida puede ser muy rentable. Un excelente ejemplo de ello es la línea de negocio de implantes dentales de Renishaw: fabricamos cientos de intervenciones exclusivas cada día, a partir de los diseños que nos envían los distintos laboratorios dentales. Estas se consolidan en una sola construcción para mantener los costes al mínimo.

La fabricación a medida masiva depende de la efectividad de la cadena de procesos previos: la medición precisa de la situación en la que se va a desplegar la pieza, el diseño CAD, fácil de usar, del producto a medida y el software para convertir el modelo CAD en una fabricación de AM para producción.

La ventaja para el operario de las piezas a medida es una mejor adaptación al contexto, ya que puede facilitar el ajuste, mejorar los resultados y proporcionar un servicio de más valor añadido. Combinado con otras prestaciones de la AM, la producción a medida es una oportunidad para transformar los modelos empresariales de producción masiva.

Fabricación a medida masiva

Adaptación del diseño del producto al contexto de utilización, mediante la creación de formas y áreas de unión optimizadas



▲ Estructuras dentales a medida diseñadas para adaptarse a un modelo escaneado de la boca del paciente

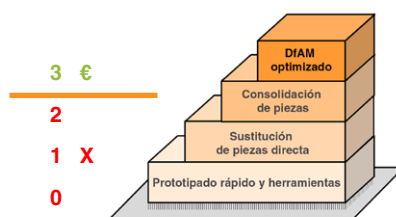
▶ Cientos de estructuras a medida en una única construcción de AM

Ventajas de producción

- € Menos gastos en herramienta

Beneficios sostenidos

- € Fiabilidad del producto
- € Más rendimiento



Resumen: 2ª parte

Hemos llegado al nivel superior de la escalera y hemos aplicado muchas de las prestaciones de la AM. Por supuesto, no es imprescindible utilizar todas las funciones en un producto de AM, solo hay que seleccionar las que puedan aportar el máximo valor añadido al cliente y permitan reducir al máximo el coste de la introducción de un producto innovador en el mercado.

Espero que esta infraestructura le sea de utilidad para evaluar el impacto de la AM en su sector empresarial, y le ayude a elegir el enfoque que puede seguir para liderar el cambio en su sector.

Pasos siguientes

Si desea más información, asesoramiento y acceso las versiones de descarga de artículos de autores de Renishaw, visite www.renishaw.es/amguide.

Acerca del autor

Marc Saunders, director de aplicaciones de FA

Marc Saunders tiene más de 25 años de experiencia en fabricación de alta tecnología. En puestos anteriores en Renishaw, desempeñó un papel fundamental en el desarrollo de la galardonada plataforma de mecanizado automático RAMTIC de la empresa, y ha facilitado soluciones completas de metrología a clientes del sector aeronáutico.

Marc gestiona la red global de Centros de Soluciones de fabricación aditiva de Renishaw, que permite a los clientes interesados en desarrollar la FA como proceso de producción obtener experiencia práctica con la tecnología antes de comprometerse con un nuevo proyecto.

www.renishaw.es/additive