



LIBRO BLANCO

Impresión 3D SLS vs. moldeo por inyección: ¿Cuándo se deben reemplazar las piezas moldeadas con la impresión 3D?

En este libro blanco, hablaremos del moldeo por inyección y de sus ventajas y desventajas. También presentaremos la impresión 3D SLS y las aplicaciones en las que se puede utilizar como tecnología complementaria. Con la ayuda de dos casos de estudio de fabricantes que utilizan tanto la impresión 3D SLS y el moldeo por inyección para piezas de uso finales, explicaremos cuándo tiene sentido pasar de una tecnología a otra para optimizar la eficiencia.

Contenido

Introducción	3
Aplicaciones	5
Producción en series limitadas.....	5
Personalización.....	6
Fabricación provisional y fabricación rápida	7
Productos nuevos y ampliabilidad.....	7
Piezas para el mercado de posventa	8
Piezas de recambio y repuestos	9
Diseños complejos.....	10
Accesorios para la fabricación	11
Casos de estudio	12
Caso de estudio 1: Componentes de la Form Wash L de Formlabs	12
Caso de estudio 2: Haply Robotics	14
Calcula la rentabilidad de tu inversión y tu ahorro	16
Conclusión	17

Introducción

Prácticamente todas las piezas de plástico que se usan en la vida cotidiana, desde las carcasas de los móviles hasta los botones de la radio de un coche, se fabrican de la misma manera: mediante un proceso industrial de moldeo por inyección. El moldeo por inyección es un proceso inventado en el siglo XIX y modernizado a mediados de los años 50 en el que se funden gránulos de plástico para después introducirlos en un molde hueco, donde se enfrían y se endurecen hasta adquirir su forma final. Cuando el molde se abre, el producto final se retira y el molde se puede utilizar cientos o miles de veces más.

Actualmente, el moldeo por inyección es el método preferido para la fabricación con plásticos por su repetibilidad, bajo coste por pieza y tolerancias ajustadas, así como por la gama de propiedades mecánicas disponibles en función del tipo de polímero que se elija para los gránulos. Dado que el molde y la presión de inyección no cambian, las tolerancias son ajustadas y no es difícil obtener una precisión dimensional uniforme. El proceso se automatiza para reducir los costes de mano de obra y el tiempo necesario para completar cada ciclo es corto, así que los fabricantes pueden utilizar las máquinas con una eficiencia óptima. La única gran inversión es la del mismo troquel o molde maestro.

Crear el molde, que es algo que suele realizarse mediante un proceso de fabricación sustractiva del metal, resulta extremadamente caro: miles o decenas de miles de euros. Esto significa que el proceso solo es rentable con volúmenes altos de producción, cuando los costes pueden repartirse entre cientos o miles de piezas.

Se suele tardar entre cuatro y ocho semanas en pasar desde el diseño al producto moldeado acabado. No se pueden realizar cambios en el diseño cuando el molde ya está hecho, por lo que los fabricantes pueden no tener más opción que crear cientos de unidades de una pieza aunque todavía se pueda optimizar el diseño a partir de las opiniones de los clientes o de los fabricantes.

En los últimos años, algunos fabricantes han recurrido al utillaje rápido como eslabón entre la creación de prototipos y las piezas de uso final, así como a hacer del moldeo por inyección una opción viable hasta para volúmenes reducidos de piezas. Se están adoptando nuevos métodos de utillaje rápido como los moldes de aluminio o impresos en 3D a modo de opciones provisionales mientras se fabrican los moldes tradicionales, así como para series de producción de bajo volumen.

La impresión 3D también se está usando cada vez más para complementar o reemplazar el moldeo por inyección. De hecho, el 44 % de los fabricantes a los que encuestamos en El informe de aplicaciones de impresión 3D de 2022 afirmaron que utilizan la impresión 3D SLS para la producción final.

Históricamente, la impresión 3D no ha sido una solución para plásticos de uso final y ha estado relegada al ámbito del diseño y la creación de prototipos. Sin embargo, a medida que los materiales y las tecnologías de impresión 3D han avanzado, ahora las propiedades ópticas y mecánicas que se pueden obtener con las piezas impresas en 3D a menudo son capaces de estar a la altura de las exigencias del moldeo por inyección. Con las mejores recientes en el proceso de impresión 3D mediante sinterizado selectivo por láser (SLS), los fabricantes están añadiendo la tecnología a su repertorio para usarla como un método complementario al moldeo por inyección.



Incluso después de estas mejoras, la tecnología SLS disponible capaz de igualar a los plásticos moldeados por inyección solo estaba al alcance de las mayores empresas, con el mayor capital. Solía requerir una inversión millonaria y una gran cantidad de espacio, además de los estrictos requisitos para las instalaciones en las que se realizara. Con el lanzamiento de la impresora SLS de trabajo Fuse 1 de Formlabs y su correspondiente máquina de posacabado, la Fuse Sift, la impresión 3D de calidad industrial por fin estuvo al alcance de los fabricantes de todos los tamaños.

La impresión 3D SLS utiliza un láser de alta potencia para sinterizar partículas específicas de plástico, apilando capas finas una tras otra hasta obtener un conjunto fundido. La gran resistencia mecánica de las piezas acabadas convierte a la tecnología SLS en un método válido para fabricar piezas de uso final. Gracias al carácter autosostenible del lecho de polvo de la Fuse 1, resulta fácil imprimir geometrías complejas y se pueden diseñar piezas con detalles difíciles de crear con procesos de moldeo tradicionales.

La Fuse 1 hace que imprimir lotes pequeños de piezas resulte asequible, porque no es necesario fabricar previamente una herramienta maestra cara. Aunque el material es más caro por cada pieza que en el moldeo por inyección, para los fabricantes que cambian con frecuencia el diseño de su producto o que solo necesitan hacer un número reducido de piezas, la Fuse 1 será a menudo la opción más viable. A medida que aumentan los volúmenes de producción, el moldeo por inyección sigue siendo con frecuencia la solución adecuada, pero la gama de aplicaciones y los volúmenes de producción con los que la impresión 3D SLS es más eficiente han crecido notablemente en los últimos años, lo que permite a los fabricantes ahorrar en tiempo y costes respecto a las herramientas tradicionales.

Este libro blanco muestra los costes de casos de uso reales y ofrece recomendaciones para usar la impresión 3D SLS, el moldeo por inyección o los dos al mismo tiempo.

Aplicaciones

Aunque la impresión 3D está firmemente establecida como uno de los recursos de los fabricantes para la creación de prototipos, su adopción para piezas de uso final todavía está creciendo. Los innovadores de todo tipo de sectores están buscando formas de aprovechar la potencia, la utilidad y la agilidad de la impresión 3D SLS en diversas aplicaciones. Echaremos un vistazo a cómo varios fabricantes están utilizando la tecnología para complementar a sus procesos tradicionales.

PRODUCCIÓN EN SERIES LIMITADAS

Aunque la gran mayoría de los actuales productos de consumo se produce en masa, algunos productos todavía se fabrican en lotes pequeños y tienen ciclos de producción en series limitadas. Cuando la demanda no se asegura o la base de clientes es reducida, los fabricantes intentan disminuir el riesgo de sobreproducción fabricando en lotes pequeños. Para empresas que crean nuevas tecnologías, como vehículos eléctricos y sistemas de transporte de bajo consumo energético, la tasa de adopción no es lo bastante alta como para justificar un gasto enorme en utillaje y moldeo por inyección.

KUHMUTE es una empresa de Flint, Michigan, que diseña y fabrica adaptadores para estaciones de carga de vehículos eléctricos. Las opciones de tecnologías de fabricación estaban limitadas por varios factores:

- El fundador de la empresa, Peter Deppe, quería mantener todo lo posible de su actividad en Flint.
- Deppe quería limitar los residuos y mantener la sostenibilidad como su principal prioridad.
 - Dado que por ahora, las operaciones y las instalaciones de la empresa se encuentran únicamente en Detroit, no había necesidad de producir las piezas en masa.
- El tiempo desde que recibía un nuevo vehículo hasta que terminaba el adaptador a medida era increíblemente corto.

Para hacer estas piezas mediante moldeo por inyección, Deppe habría tenido que externalizar la producción fuera de Flint, proyectar cantidades lo suficientemente grandes de cada tipo de adaptador (creando potencialmente un enorme desperdicio por tener que realizar un gran pedido) y, por último, esperar los meses que habría tardado en finalizarse el diseño y recibir un cargamento de adaptadores moldeados.



La impresión 3D SLS en sus propias instalaciones permitió a Deppe crear un espacio de trabajo para la fabricación en Flint, producir únicamente lo que necesitaba sin desperdicio o residuos excesivos y mantener un proceso de trabajo en el que puede recibir un vehículo de muestra y tener listo el adaptador final en seis semanas.

PERSONALIZACIÓN

Una de las tendencias al alza tanto en el sector de los productos de consumo y la sanidad es la personalización. Es más probable que un cliente que compra un producto invierta más dinero en él si dicho producto está hecho específicamente a su medida. Algunos ejemplos de ello son gafas para esquí y snowboard de competición, guías quirúrgicas que se utilizan a diario en la cirugía de prostodoncia o auriculares hechos a medida para adaptarse a la perfección a la oreja del usuario. El rendimiento y los resultados con los pacientes se pueden mejorar cuando el equipo está diseñado específicamente para responder y adaptarse a las necesidades únicas de cada persona.

En ningún sector se nota el impacto de este principio más que en el de las prótesis. Cada aparato y cada pieza debe ser tan único como los mismos pacientes. Para garantizar un ajuste preciso que ayude a corregir las deficiencias relacionadas con el peso, la postura o lesiones, las prótesis y las órtesis se deben fabricar a medida, a partir de escaneos o impresiones de la anatomía del paciente.

Matthew Mikosz, fundador de la empresa fabricante de prótesis Partial Hand Solutions, crea prótesis de dedos para ayudar a los pacientes a mejorar la movilidad y la funcionalidad de sus manos. Aunque cada paciente tiene necesidades específicas, los precios elevados del moldeo por inyección suponen que Mikosz tenía que hacer pedidos a granel. Creó cinco diseños con tamaños diferentes y los pidió en grandes cantidades a una empresa de moldeo por inyección para reducir el coste por pieza y que los costes generales no pasaran a sus pacientes. Mikosz necesitaba una solución para crear prótesis personalizadas para cada paciente en función de la anatomía y las necesidades de cada uno.

La Fuse 1 le permitió crear dedos protésicos para cada paciente con un coste bajo y la funcionalidad de una pieza moldeada por inyección. Ya que la Fuse 1 puede imprimir articulaciones y bisagras móviles, Mikosz no necesita imprimir ciertas piezas por separado, sino que puede crear una articulación completa para el dedo y reducir el tiempo de posacabado y ensamblaje.



"Esto me ayudará a reducir el tiempo de montaje en el futuro. Las piezas se mueven como deseaba, de forma fluida y con un espacio mínimo para movimientos inesperados. Me ha impresionado la capacidad que me da para imprimir articulaciones funcionales. Ya nunca voy a tener que volver a externalizar estas piezas".

FABRICACIÓN PROVISIONAL Y FABRICACIÓN RÁPIDA

En los últimos dos años, las cadenas de suministro de todo el mundo han pasado de ser una parte fiable y a menudo invisible de la economía a algo que aparece en las noticias y cuyo impacto el consumidor medio nota a diario.

La pandemia de COVID-19 creó problemas en todos los niveles de la cadena de suministro: fábricas de Asia que cerraban debido a brotes, puertos marítimos que se quedaban sin espacio y vuelos de carga que se cancelaban por escasez de empleados disponibles. De repente, las materias primas, los componentes y los productos finales estaban llegando con retrasos de meses y, en algunos casos, de años. Los fabricantes de todo el mundo tuvieron que encontrar soluciones con rapidez para mantener contentos a sus clientes y que no cayeran sus beneficios.

Formlabs fue uno de ellos. Después de lanzar la Form 3L en 2019, había una gran demanda de las máquinas de posacabado de gran formato que acompañaban a la impresora, pero el proceso de fabricación sufrió grandes retrasos por la escasez de varios componentes. Una pequeña pieza, una cubierta para imanes de las Form Wash L, habría tenido meses de retraso mientras el fabricante por contrato correspondiente mecanizaba un molde. Para no ralentizar el proceso de fabricación, el equipo de abastecimiento global recurrió a la misma tecnología de Formlabs y empezó a imprimir las cubiertas de imanes en volúmenes grandes con la Fuse 1.

La pieza estaba diseñada para el moldeo por inyección, que sigue siendo el modo más eficiente de producirla debido a los grandes volúmenes de ellas que se necesitaban cuando Formlabs potenció la producción de la Form Wash L. Aunque se utilizó la Fuse 1 como opción provisional para no detener la producción, cuando se terminó el molde la producción volvió al moldeo por inyección.

PRODUCTOS NUEVOS Y AMPLIABILIDAD

Cuando se crea una empresa o se lanza un nuevo producto, variables como la demanda, el suministro, los costes y el precio no son fijas. El proceso de determinar esos factores es lo que mantiene a muchos emprendedores fuera del mercado. No pueden permitirse el riesgo de invertir en una herramienta para una producción sin una estimación precisa de la demanda, pero hasta ahora, el moldeo por inyección era la única forma de crear piezas de plástico con la suficiente durabilidad para un uso real. Revisar los tiempos necesarios para el diseño de los moldes, la creación de las piezas y los envíos internacionales retrasaría la capacidad de estos fabricantes emergentes de obtener opiniones cruciales de los clientes. Sin llevarlo hasta los clientes, el producto no se puede mejorar, o puede que incluso no llegue a los clientes adecuados y permanezca en una fase de desarrollo mientras se dé prioridad a la financiación.

Para estas empresas, emprendedores e innovadores que dan sus primeros pasos, la impresión 3D SLS ofrece un modo de producir piezas de uso final sin los costes del utillaje mientras interactúan con posibles inversores, recopilan datos del mercado, mejoran su producto, realizan iteraciones y alimentan su base de clientes.

Mychael Overstreet, un veterano del ejército estadounidense y paramédico, utilizó la impresión 3D para ampliar la producción del Tension Square, un dispositivo que mantiene un catéter de descompresión con aguja en su sitio y ayuda a evitar colapsos pulmonares. Después de tres años y decenas de iteraciones, Mychael decidió iniciar la producción con la Fuse 1 para responder a una generación de demanda incierta y evitar la costosa inversión inicial que supondría un molde de varias piezas.

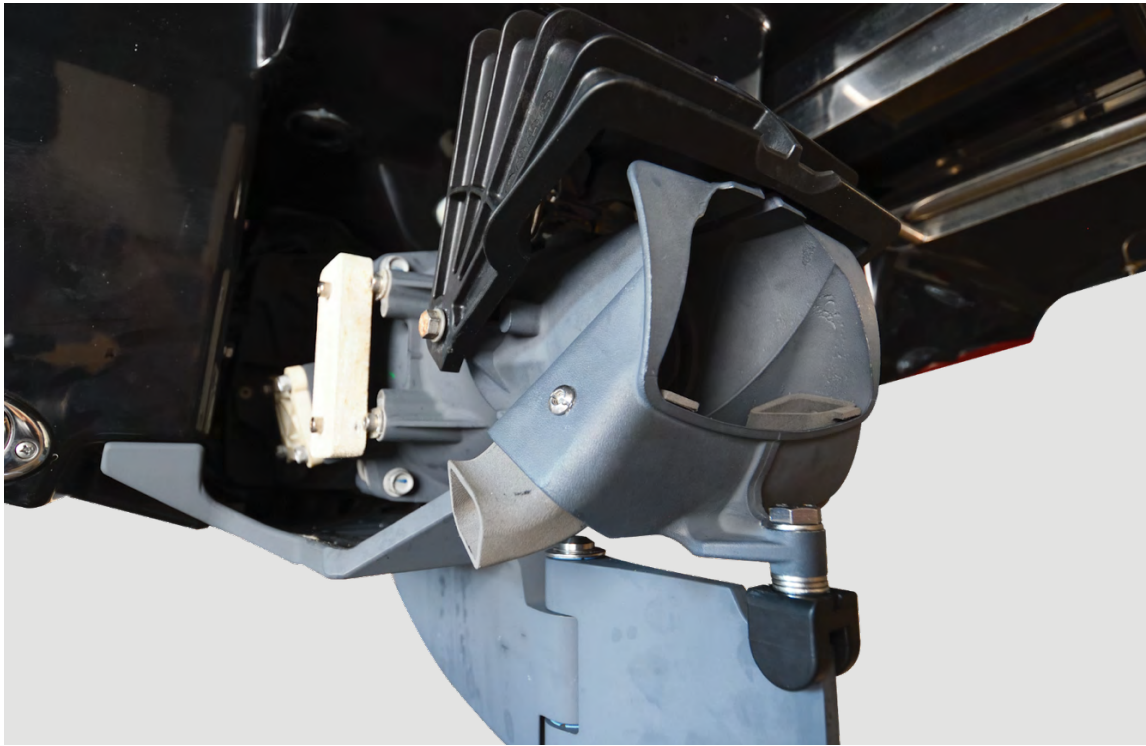


En casos de productos sanitarios como estos, la aprobación de la Administración de Medicamentos y Alimentos Americana (FDA) tiene con frecuencia un papel importante. La FDA necesita piezas de producción final para evaluar los datos de los ensayos sobre su seguridad y eficacia, pero la aprobación no está garantizada y si el fabricante hace un pedido de cientos o miles de esas piezas antes de recibir la aprobación, podrían acabar desperdiciándose si requieren un cambio. La impresión 3D protege al fabricante de malgastar dinero en las fases tempranas del desarrollo en la empresa.

PIEZAS PARA EL MERCADO DE POSVENTA

Los fabricantes de piezas para el mercado de posventa crean productos de uso final que sirven como componentes de añadidos a un producto que ya existe. Sus modelos de negocio dependen de saber con antelación cuándo cambia la producción, para que puedan modificar sus propios productos y mantener la compatibilidad. Esto puede provocar grandes pérdidas cuando un fabricante original lanza una versión actualizada o pone fin a una línea de productos. En esos casos, el fabricante del mercado de posventa se queda con herramientas que ya no crean un producto utilizable y, con frecuencia, un gran inventario de piezas ya moldeadas que están destinadas a la basura.

Para JetBoatPilot, un fabricante para el mercado de posventa de piezas de motores para barcos a chorro (*jet boats*), su principal producto, un componente de motor llamado Lateral Thruster, quedó obsoleto cuando Yamaha lanzó una nueva versión de su motor solo un año después de la original. JetBoatPilot recurrió a la impresión 3D SLS para mejorar la agilidad de su proceso, tanto en el diseño de productos como en la producción. Es inevitable que el fabricante original realice cambios, pero con la tecnología SLS, JetBoatPilot ahora puede producir componentes de motor de uso final que no requieren fabricar una herramienta cada vez.



Para otro fabricante de piezas para el mercado de posventa, Battle Beaver Customs, estar al día de las versiones del producto que lanza el fabricante original tiene una dificultad añadida: sus piezas están personalizadas para cada cliente. Sus productos son mandos para videojuegos con modificaciones que aumentan su capacidad de reacción y control. Cuando un fabricante de equipo original como Nintendo lanza una nueva versión del mando, lo que Battle Beaver Customs habría hecho antes sería crear una nueva herramienta. Con la Fuse 1, ahora pueden producir los mandos según lo necesiten, con las formas personalizadas que le dan su carácter único a cada producto.



PIEZAS DE RECAMBIO Y REPUESTOS

Cuando un fabricante de equipo original detiene la producción de un producto o modelo concreto, sigue necesitando provisiones de miles de piezas con las que ofrecer asistencia a los clientes que tienen versiones anteriores de sus productos y necesitan un reemplazo o reparación. Si el fabricante no crea y almacena suficientes piezas extra como estas, no es raro que grandes grupos de clientes que utilizan estos modelos que ya no se fabrican se queden sin soluciones. Para un fabricante de equipo original es difícil calcular exactamente cuántas piezas almacenar: si el número es excesivo, tendrá que lidiar con problemas de excedentes y almacenamiento y si calcula a la baja, los clientes se quejarán por la escasez. A medida que los ciclos de vida de los productos se aceleran y aumenta

la demanda de nuevos modelos por parte de los clientes, la cuestión de cómo crear suficientes piezas de repuesto y dónde almacenarlas se vuelve cada vez más relevante.

El moldeo o herramienta tradicional que se utiliza para crear estos productos se puede usar para crear extras, pero el fabricante no podrá predecir con exactitud cuántos deberá fabricar. Esto puede llevar a problemas con piezas sobrantes que no se utilizan y a una falta de espacio de almacenamiento cuando se sobrestima la necesidad de piezas de recambio o para reparaciones. Si el fabricante subestima la cantidad que va a necesitar, los clientes se quedan con productos que no pueden reparar y sin piezas de recambio disponibles. Dado que la herramienta se ha desechado o que ya no es posible realizar el proceso de fabricación, no hay manera de responder perfectamente a la demanda del mercado creando más productos.

Brose Automotive está trabajando en una solución y está poniendo a prueba la capacidad de imprimir piezas de recambio según sea necesario con la impresión 3D SLS. Actualmente, está validando el proceso para poder acabar produciendo repuestos bajo demanda, sin que haga falta espacio de almacenamiento y sin riesgo de desperdiciar piezas o dejar a los clientes insatisfechos.

"Si imprimimos en 3D, no necesitamos conservar los moldes de inyección y las piezas durante los próximos 15 años. Hay mucha demanda de recambios y piezas de fin de vida útil, porque los productos siempre se acaban y tenemos muchas piezas de plástico moldeadas por inyección. Si las apilamos bien y nos aseguramos de que las impresiones tengan una densidad de piezas muy alta, el proceso pasa a ser rentable", dijo Kleylein.



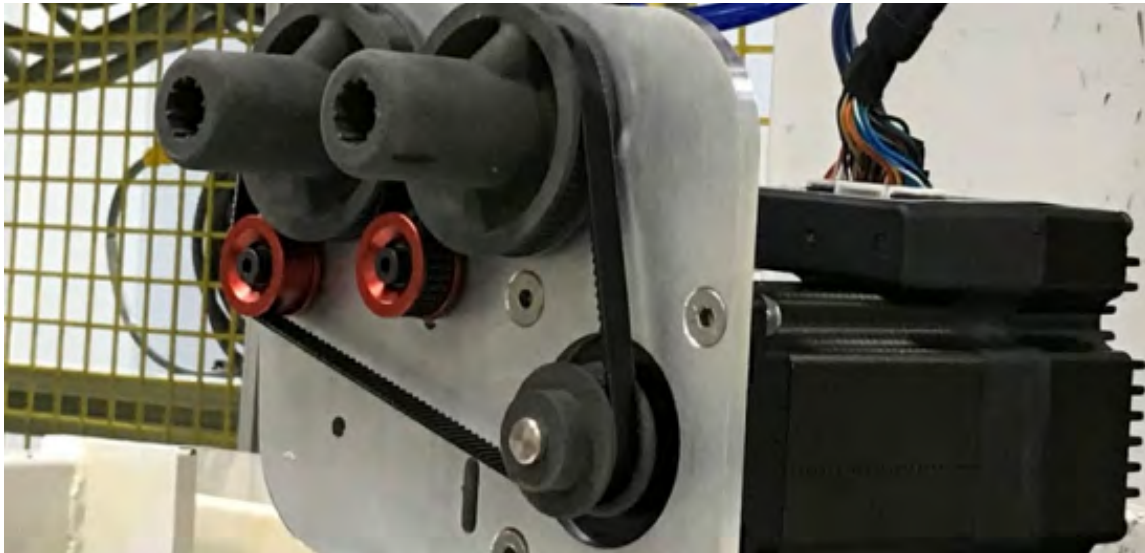
DISEÑOS COMPLEJOS

A la hora de crear productos con diseños complejos, el moldeo por inyección presenta desafíos en el proceso de diseño de los moldes. Ya que el molde maestro debe tener la geometría adecuada para permitir que fluyan los gránulos de plástico fundido por su interior sin obstrucciones y después abrirse para liberar la pieza, las posibilidades para el diseño de la forma y el flujo del material son limitadas.

El lecho de polvo de las impresoras SLS hace posible que se construyan geometrías complejas sin que hagan falta soportes, por lo que se pueden incluir determinadas características que serían insostenibles si las piezas estuvieran moldeadas por inyección. En la unidad de posacabado Form Wash L de Formlabs, dos clips mantienen un componente de una bomba en su sitio. El componente fue solicitado específicamente para la Form Wash L y no hay soportes que se ajusten a su tamaño capaces de mantenerlo en su sitio de forma segura. Los ingenieros de la Form Wash L desarrollaron dos piezas: un clip A y un clip B para la bomba que son ligeros y económicos a la hora de imprimirlos en 3D, pero están diseñados específicamente para este componente de la bomba. El moldeo por inyección no era una opción, debido a la naturaleza en espiral de la superficie del clip. Imprimir estas piezas a niveles de producción en la Fuse 1 suponía una opción a medida, eficiente y económica.

ACCESORIOS PARA LA FABRICACIÓN

Cuando pensamos en cambiar los sistemas de fabricación, a menudo nos fijamos en el resultado final: un producto nuevo o actualizado. Con frecuencia, no nos percatamos de los cambios que es necesario realizar en los mismos equipos de fabricación, porque para crear un nuevo producto hace falta una nueva herramienta o proceso. Tessy Plastics utiliza la Fuse 1 para desarrollar accesorios que ayudan a la fabricación, mantienen las máquinas existentes en funcionamiento y se adaptan a nuevos productos. En cierto punto, los ingenieros de Tessy Plastics estaban en mitad de la creación de un prototipo para un encargo y el cliente realizó un cambio sustancial en el diseño de la pieza. Esto habría requerido un nuevo molde para la pieza del cliente debido a la nueva geometría, una alteración que habría retrasado la producción de la pieza del cliente. Tessy Plastics imprimió con la Fuse 1 un nuevo sistema de poleas para la máquina de moldeo que hiciera las veces de dicho molde. Después de tres semanas de uso, las poleas impresas en 3D siguen estando y funcionando como nuevas. Tessy Plastics pudo producir miles de piezas para su cliente usando las poleas impresas con la Fuse 1 como piezas de uso final, en vez de detener la producción hasta que se elaborara un nuevo molde.



Casos de estudio

En los siguientes dos casos de estudio, examinaremos cómo los fabricantes pueden utilizar la impresión 3D SLS como técnica de fabricación complementaria al moldeo por inyección tradicional y cuándo es más beneficioso pasar de un método a otro.

CASO DE ESTUDIO 1: COMPONENTES DE LA FORM WASH L DE FORMLABS

La Form Wash L es la máquina de lavado automatizado de gran formato diseñada para completar los procesos de trabajo de la Form 3L y la Form 3BL. El equipo de abastecimiento global de Formlabs decidió utilizar múltiples métodos de fabricación para los diversos componentes de la Form 3L y, en el caso de algunos de dichos componentes, cambió de un método a otro respondiendo a varios factores.



Varias piezas de las unidades de posacabado Form Wash L y Form Cure L, producidas mediante impresión SLS con la Fuse 1.

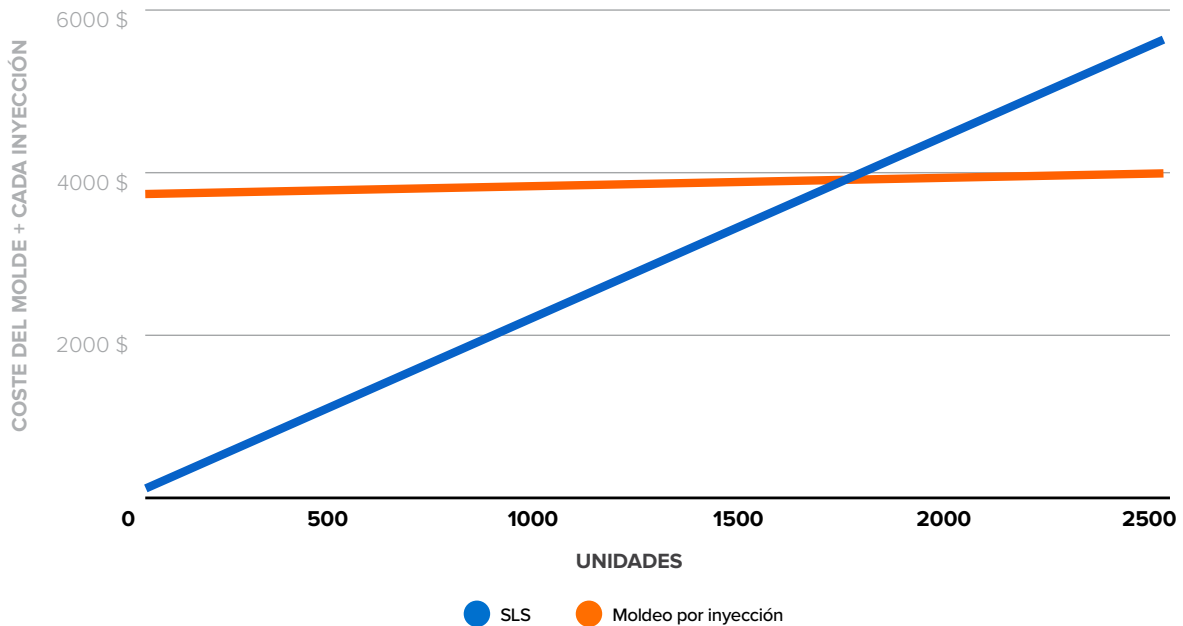
Pieza 1: Cubierta de imán del sensor de saturación de la Form Wash L

Para la cubierta de imán del sensor de saturación (parte 1), el equipo de abastecimiento global envió archivos para obtener un presupuesto de moldeo por inyección mientras la máquina aún estaba en las etapas finales de la creación de prototipos. Debido al inicio de la pandemia de COVID-19 y al consiguiente cierre de los principales fabricantes por contrato que colaboraban con Formlabs, el molde habría resultado más caro y también habría tardado mucho más de lo habitual en fabricarse. La Form Wash L y la Form Cure L tenían un tiempo previsto de solo 18 meses tras el lanzamiento de la Form 3L y la Form 3BL, por lo que el equipo de abastecimiento tenía que encontrar una solución provisional.

Aunque el molde para la cubierta de imán del sensor de saturación solo iba a costar 3700 \$, tardaría más de un mes en completarse desde el comienzo del programa de producción y posiblemente retrasaría la fabricación de toda la unidad.

El coste por pieza, incluida la mano de obra, de imprimir las cubiertas de imanes en la Fuse 1 era de solo 2,20 \$, una alternativa más barata con cantidades inferiores a 2000 piezas. Dado que solo eran necesarios unos cientos de unidades de producción para cumplir con los pedidos realizados para cuando comenzó la producción, el equipo de la Form Wash L decidió pedir el molde, pero creando piezas mientras tanto con la Fuse 1.

	SLS	UNIDAD/PRECIO (MOLDEO POR INYECCIÓN)	UTILLAJE DE MOLDEO POR INYECCIÓN
Cubierta de imán del sensor de saturación	2,2 \$	0,11 \$	3700 \$



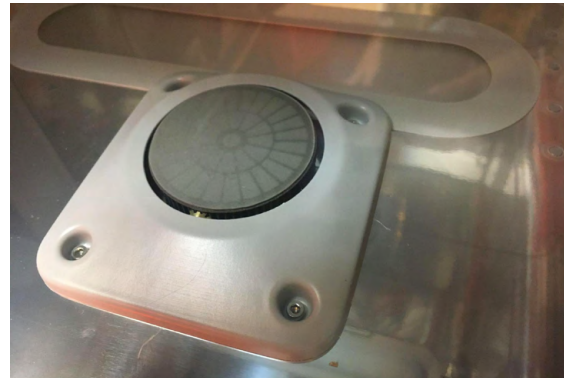
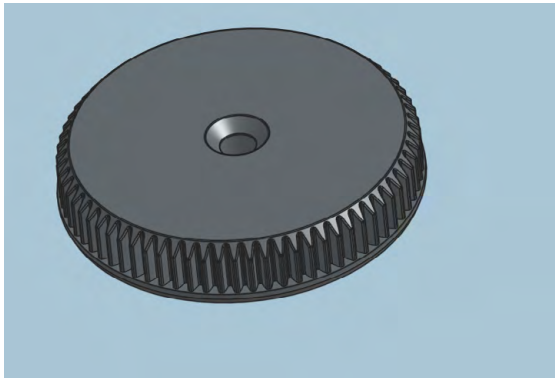
Coste del SLS y coste del moldeo por inyección

Pieza 2: Engranaje de la plataforma giratoria

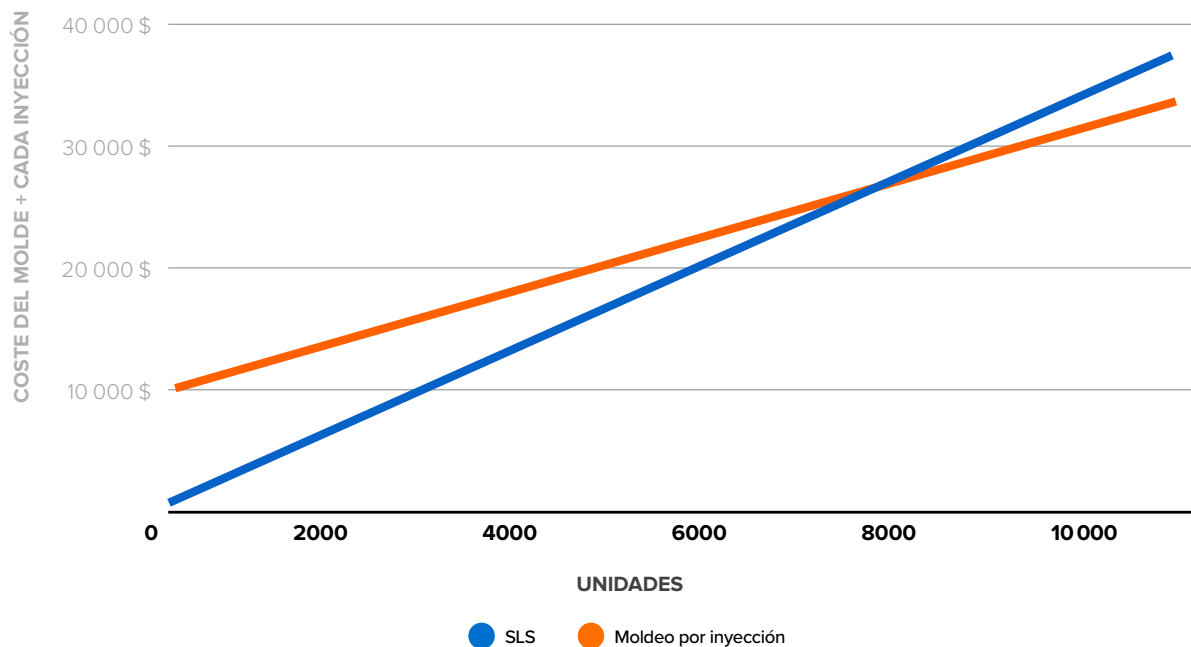
El engranaje de la plataforma giratoria de la Form Cure L hace girar la plataforma de curado en la base de la Form Cure L. Tiene un orificio achaflanado en el centro para agarrarse con firmeza al perno de la plataforma giratoria y generar suficiente fuerza para provocar el giro de la plataforma.

Un molde de inyección requeriría dos piezas para producir ese centro y un molde de dos piezas es más caro. El coste estimado por el fabricante por contrato de moldeo por inyección era de 10 000 \$.

Imprimir en 3D el engranaje de la plataforma mediante SLS permitió a los diseñadores consolidar el diseño en una pieza y el precio por pieza era de solo 3,50 \$, de modo que el umbral de rentabilidad se encontraba en cantidades cercanas a las 8000 unidades. El equipo decidió imprimir la pieza en la Fuse 1, con lo que ahorró miles de dólares y redujo el coste del producto final. Alcanzar los niveles de producción en los que el umbral de rentabilidad pasará a ser relevante llevará el suficiente tiempo para que el equipo de diseño de la Form Wash L y el equipo de abastecimiento global tracen planes, pero imprimir en 3D estas piezas provisionalmente mediante SLS les permitió acelerar el tiempo de lanzamiento y centrarse en otras partes del producto.



	SLS	UNIDAD/PRECIO (MOLDEO POR INYECCIÓN)	UTILLAJE DE MOLDEO POR INYECCIÓN
Engranaje de la plataforma giratoria	3,5 \$	2,2 \$	10 000 \$



Coste del SLS y coste del moldeo por inyección

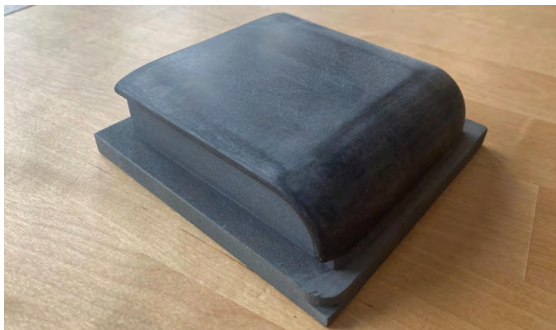
CASO DE ESTUDIO 2: HAPLY ROBOTICS

Haply Robotics diseña y fabrica consolas robóticas que ayudan a los cirujanos a prepararse para operaciones en las que salvan vidas. Los productos de Haply Robotics permiten a los profesionales médicos llevar a cabo operaciones complejas y recibir una respuesta física en tiempo real, que ayuda a reducir el riesgo de los errores médicos que están detrás de más 400 000 muertes al año.

Para crear herramientas que requieren una sensibilidad y una precisión tan extremas, Haply Robotics utiliza varias herramientas de diseño y fabricación, entre las que se cuentan la impresión 3D SLS con la Fuse 1 y el moldeo por inyección tradicional.

Aunque en un principio, el equipo de Haply Robotics estaba utilizando la Fuse 1 para la creación de prototipos, no tardaron en darse cuenta de que con sus volúmenes de producción relativamente bajos también les resultaba conveniente imprimir ciertos componentes de uso final en la Fuse 1.

En primer lugar, se fabricó una pieza del sistema robótico únicamente con la Fuse 1, por un coste de 58 \$ en materiales y mano de obra. Moldear la pieza por inyección requeriría una inversión inicial de 10 000 \$ en utillaje, pero después de eso, el coste sería únicamente de 0,05 \$ por pieza.



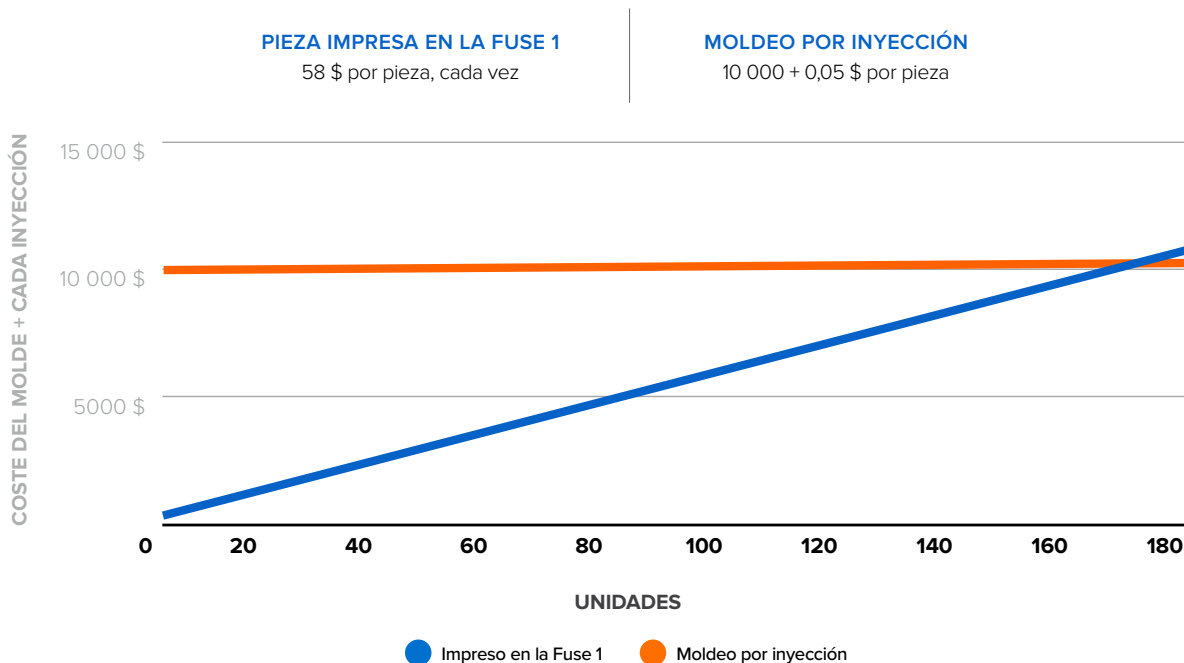
El producto impreso en la Fuse 1



El molde impreso en la Fuse 1 para verter silicona

Teniendo en cuenta estos precios, era lógico imprimir la pieza directamente en la Fuse 1, pero solo hasta una cantidad de diez unidades. Aunque este número parezca bajo, Haply está produciendo actualmente bajos volúmenes de piezas a medida que acelera su fabricación y evitar la gran inversión inicial de pedir un molde de inyección ofrece algo de flexibilidad en el presupuesto para otros costes.

El equipo de Haply también ha encontrado otra solución para los volúmenes de producción medios. Imprimen un molde con el Nylon 12 Powder en la Fuse 1 y vierten silicona en él para obtener la pieza final. La creación del molde cuesta 178 \$ en materiales y mano de obra y solo da para 20 inyecciones de silicona, pero el proceso de vertido es económico y rápido de llevar a cabo. Este proceso de trabajo se ajusta a volúmenes de entre 10 y 200 unidades y ofrece al equipo otra opción aparte del costoso moldeo por inyección industrial.



Comparación de los costes de fabricación



CALCULA LA RENTABILIDAD DE TU INVERSIÓN Y TU AHORRO

Realizar los cálculos para determinar cuándo utilizar la impresión 3D SLS, el moldeo por inyección o ambos puede ser difícil. Factores externos como el precio de los combustibles de los medios de transporte que realizan los envíos, la disponibilidad de las materias primas y los cambios internos en el diseño y el proceso de trabajo pueden afectar al cálculo de la rentabilidad de tu inversión. Formlabs ha creado una Calculadora de rentabilidad personalizable para facilitarte este proceso. Si eliges una pieza de SLS como referencia y personalizas tu tiempo y coste de mano de obra, podrás ver valores para el coste de producción. Si lo comparas con las estimaciones para el utillaje de moldeo por inyección, puedes ver en qué punto tiene sentido pasar de una tecnología a la otra.



Conclusión

Los fabricantes de todos los sectores siempre quieren crear un proceso de producción más sencillo y rentable. Anteriormente, la capacidad de cambiar de estrategia y realizar cambios se veía entorpecida por la dependencia de herramientas caras que no se podían cambiar sin desperdiciar la inversión.

Varios avances han cambiado la situación: la pandemia de COVID-19 ha cambiado cómo funciona la fabricación tradicional y el lanzamiento de impresoras 3D SLS de calidad industrial asequibles ha hecho que fabricar piezas de uso final *in situ* sea posible.

En muchas situaciones distintas de fabricación, como los productos de consumo de posventa, los dispositivos sanitarios personalizados y las piezas automovilísticas de uso final, los fabricantes ahora pueden replantearse sus procesos y elegir la impresión 3D SLS para conseguir un importante ahorro de costes y de tiempo.

A medida que se desarrollen nuevos materiales para las piezas de uso final en las impresoras 3D SLS, aparecerán más posibilidades para la fabricación. La fabricación tradicional sigue siendo la opción más rentable para producir grandes cantidades de plásticos, pero la impresión 3D SLS se puede añadir como opción para reducir el desperdicio, servir como solución provisional, proteger a los usuarios de los cambios en el mercado, ofrecer un producto personalizado al consumidor y mucho más.

La impresión 3D SLS actúa desde la creación de prototipos hasta la fabricación de piezas de uso final, es una herramienta valiosa para el repertorio de cualquier fabricante y permite a las empresas aumentar tanto sus beneficios como la satisfacción de los clientes.