

PRINCIPIOS BÁSICOS DE IMPRESIÓN 3D

con Josef Prusa

Tercera edición



INTRODUCCIÓN

Puede que hayas oído hablar de la impresión 3D en la televisión, o leído al respecto en Internet. Como todas las nuevas tecnologías, la impresión 3D llama la atención de los medios, pero el tema suele cubrirse de forma sensacionalista y superficial. Hay muchos mitos alrededor de la impresión 3D – incluyendo la idea equivocada de que se trata de una nueva tecnología. De hecho, este tipo de sistema de fabricación se conoce desde los ochenta y es ahora cuando se usa en muchas industrias, incluidos los aficionados en sus casas.

Vas a descubrir que la impresión 3D no es un tipo de tecnología futurista, complicada y super cara disponible para unos pocos mortales. Los principios son bastante sencillos y directos. Hay algunas palabras específicas de la industria y abreviaturas que te pueden intimidar al principio – ¡no te preocupes por ello!. En realidad, no hay tantas y pronto vas a comprender muchas de ellas.

Este libro te ayudará a conocer los tipos de tecnologías de impresión 3D que hay disponibles en la actualidad y cómo funcionan. Te acompañaremos durante el proceso de impresión 3D, comenzando con la obtención de un modelo 3D imprimible, preparándolo para su impresión, hasta el post-procesado de una pieza impresa. Aprenderás qué es un extrusor, o el laminado, los perímetros y el relleno. Explicaremos las diferencias entre los materiales más usados, y cómo emplear la impresión 3D para aplicaciones prácticas.

Este libro te proporcionará una buena comprensión de la impresión 3D y te ayudará a conocer lo necesario. ¡Solo te faltará será comprar una impresora 3D y comenzar a imprimir!

◆ **Josef Průša**

Josef Prusa

Josef Prusa (*23.2.1990) se comenzó a interesar por la impresión 3D antes de iniciar sus estudios en la Universidad de Economía de Praga en 2009. Muy pronto, Josef se convirtió en uno de los principales desarrolladores del equipo internacional de Adrian Bowyer en el proyecto de código abierto Reprap. Hoy en día, puedes ver el diseño de Prusa en diferentes variaciones por todo el mundo. Es uno de los más populares para impresoras 3D y uno de los motivos por los que el conocimiento sobre la impresión 3D del público en general se ha incrementado. En 2012, Josef fundó Prusa Research, que produce las impresoras 3D Original Prusa y entrega más de 10.000 de ellas a clientes de todo el mundo. Con más de 400.000 unidades vendidas, la Original Prusa i3 es el diseño de impresora 3D más utilizada del mundo.



¡CONVIÉRTETE EN UN EXPERTO EN IMPRESIÓN 3D CON PRUSA ACADEMY!

Prusa Academy ofrece cursos online sobre impresión 3D, con guías, vídeos y cuestionarios para dominar tu impresora. ¡Visita la sección Academy en prusa3d.com!

CONTENIDO

¿Qué es la impresión 3D?	5
La historia de la impresión 3D	6
El descubrimiento de la estereolitografía	6
El proyecto RepRap	6
El uso de la impresión 3D	7
Tecnologías de impresión 3D	11
FDM/FFF	12
Componentes de las impresoras 3D FFF	14
SLA (Estereolitografía)	17
Componentes de una impresora MSLA	19
SLS / DMLS	21
Escoger una impresora 3D	22
Primera lección de impresión 3D	24
Conseguir el modelo	26
Usando librerías de piezas en línea	26
Programa de modelado 3D	27
Tinkercad	27
Autodesk Fusion	28
Blender	29
OpenSCAD	30
Algunas cosas a tener en cuenta al diseñar un modelo	31
Escaneado 3D y Fotogrametría	35
Escoger el material de impresión adecuado	36
Laminador	36
PrusaSlicer	37
Simplify3D	38
Cura	38
Laminador - ajustes básicos	39
Preparando la superficie de impresión	42
Comenzando la impresión	43
Post-procesado	43
Pegar y suavizar modelos usando acetona	44
FILAMENTOS	45
PLA	47
PETG, ASA y PC (policarbonato)	48
FLEX (TPU/TPE/TPEE)	49
Materiales compuestos	49
PVA y BVOH para soportes solubles	50
Otros materiales	50
Impresión 3D multicolor	51
Impresión 3D multi-material	53
Fotopolímeros / resinas	55
Glosario	57
FAQ	61



¿QUÉ ES LA IMPRESIÓN 3D?

La impresión 3D es un proceso de fabricación aditiva, donde una impresora 3D crea un modelo físico basado en datos digitales (un objeto 3D). Hay un sinfín de tecnologías de impresión 3D, pero la más usada, denominada FFF (Fabricación por Filamento Fundido), es sencilla: una pieza se crea capa por capa fundiendo un filamento de plástico. Imagina que tienes un objeto 3D y que lo cortas en finas rebanadas – como una patata en finas láminas. Luego, usando una pistola de cola caliente “dibujas” cada capa con cola caliente. Así es como las piezas son impresas – es un método aditivo, porque estás añadiendo material. Es lo contrario a un método sustractivo, en el que se mecaniza el material existente.



La impresión 3D está expandiendo y evolucionando rápidamente. Hay un constante desarrollo de impresoras 3D y materiales de impresión. Las impresoras 3D se expandieron con éxito desde el ámbito profesional al mundo de los aficionados. Y ahora, la popularidad de los aficionados ha contribuido a su expansión a varios sectores nuevos.

La historia de la impresión 3D

Al principio, la impresión 3D fue denominada Prototipado Rápido – y este término aún se usa hoy en día, aunque no muy a menudo. Antes de que las impresoras 3D fueran asequibles, esta tecnología solamente se empleaba para prototipado.

Un trabajo típico del prototipado rápido sería el desarrollo y producción de un mando a distancia de televisión. Los trabajos de preparación para la fabricación pueden costar docenas de miles de dólares (fabricación de moldes, el proceso de fabricación en sí mismo, verificación...), por lo que el fabricante tiene que estar bastante seguro de que su mando a distancia se ajusta bien a las manos de los usuarios y que todos los botones se pueden alcanzar con comodidad. Ahí es donde un prototipo es útil. Incluso aunque los precios de las impresoras 3D eran muy elevados, el precio de fabricar un prototipo usando los métodos anteriores era de alrededor de mil dólares, lo que aún ahorraría mucho dinero. Sin embargo, debido al elevado coste de las máquinas, no era posible de que llegaran a manos de los usuarios particulares – afortunadamente, la situación ha cambiado.

El descubrimiento de la estereolitografía

La impresión 3D como la conocemos hoy en día fue descubierta en 1984, cuando el fundador de 3D Systems, Charles W. Hull, solicitó la patente para su invención – la estereolitografía. Hull fue el primero en imprimir datos digitales en 3D. Esta tecnología, abreviada como SLA, se sigue utilizando hoy en día. Puedes aprender más al respecto en el capítulo que describe los diversos métodos de impresión 3D.



Primera impresora 3D comercial

En 1992, 3D Systems comenzó a fabricar y vender la primera impresora 3D disponible comercialmente basada en la tecnología SLA.

El proyecto RepRap

2005 fue posiblemente el año más importante en la historia de la impresión 3D moderna: el profesor Dr. Adrian Bowyer de la Universidad de Bath creó el proyecto RepRap. La idea era desarrollar una

impresora 3D que fuera capaz de imprimir tantas de sus piezas como fuera posible. El proyecto fue concebido como un esfuerzo de código abierto desde el principio, lo que significa que todo el código está disponible públicamente de forma gratuita y que está abierto a las mejoras y modificaciones. Esta fue



Adrian Bowyer (izquierda) con su impresora 3D RepRap

una importante decisión que permitió que entusiastas de todo el mundo participaran en el proyecto. Y es la principal razón del por qué las máquinas RepRap son actualmente las impresoras 3D más extendidas en el mundo. Gracias a RepRap, ahora podemos comprar impresoras 3D para el maker aficionado y para el mercado semi-profesional – estas máquinas cuestan normalmente menos de 4 000 USD.

La comunidad alrededor de las impresoras RepRap es enorme. Si quieres comprender cómo funcionan las impresoras 3D (o quieres probar varias actualizaciones, modificaciones y experimentos), RepRap es la solución perfecta para ti. Estas impresoras 3D se puede comprar como máquinas calibradas y completamente ensambladas o bien como kits para montar tú mismo, que es algo divertido de montar – y menos complicado de lo que podrías pensar.

El uso de la impresión 3D

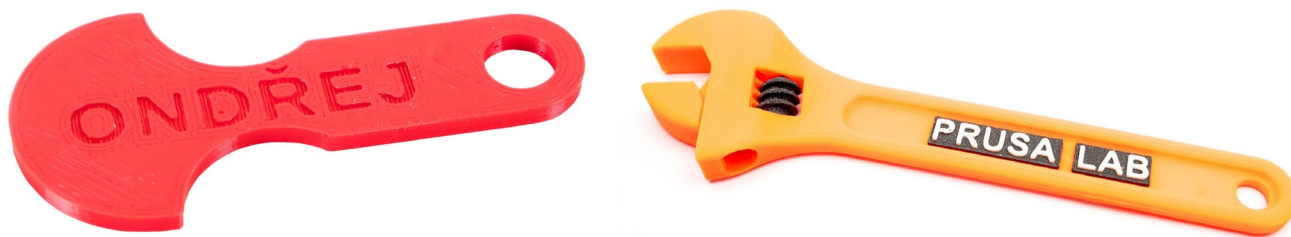
La impresión 3D fue, originalmente, usada para crear prototipos rápida y económicamente. Conforme la tecnología se abarataba, las impresoras 3D encontraron su lugar en otras industrias.

Uno de esos ejemplos es la fabricación de pequeñas series. Hay empresas que fabrican pequeño volumen de productos y los altos costes asociados a la fabricación de grandes volúmenes no se podían justificar en esos casos. Por lo tanto, la impresión 3D aparece como una solución más adecuada. Otro aspecto útil es el hecho de que cuando se desarrolla una mejora de un diseño, se puede comenzar a producirlo inmediatamente, lo que significa que puedes introducir productos nuevos y mejorados a un mayor ritmo de lo que era que habitual.

Hemos adoptado esta estrategia para la producción de nuestras impresoras 3D Original Prusa i3. Nuestra granja de impresión 3D tiene ahora unas 700 impresoras. Cuando una pieza se ha rediseñado o mejorado, todo lo que tenemos que hacer es probarla y subirla al sistema de la granja de impresión – la fabricación puede comenzar prácticamente de inmediato. Además, podemos enviar los datos a nuestros clientes, para que ellos también se pueden imprimir las piezas para ellos mismos de inmediato. La posibilidad de iterar rápidamente es una de las principales fortalezas de la impresión 3D.



Granja de impresión de Prusa Research



La fabricación personalizada permite a los fabricantes producir piezas personalizadas basadas en las peticiones de los clientes. Esto puede permitir, por ejemplo, hacer una funda de móvil con un motivo personalizado, un llavero personalizado o diferentes objetos de marketing personalizados para las necesidades del cliente.



Una impresora 3D también es fantástica para fabricar **juguetes y figuritas**. Puedes encontrar miles de modelos, tanto gratuitos como de pago en Internet, desde sencillos juguetes hasta complejos y elaborados juegos de mesa.



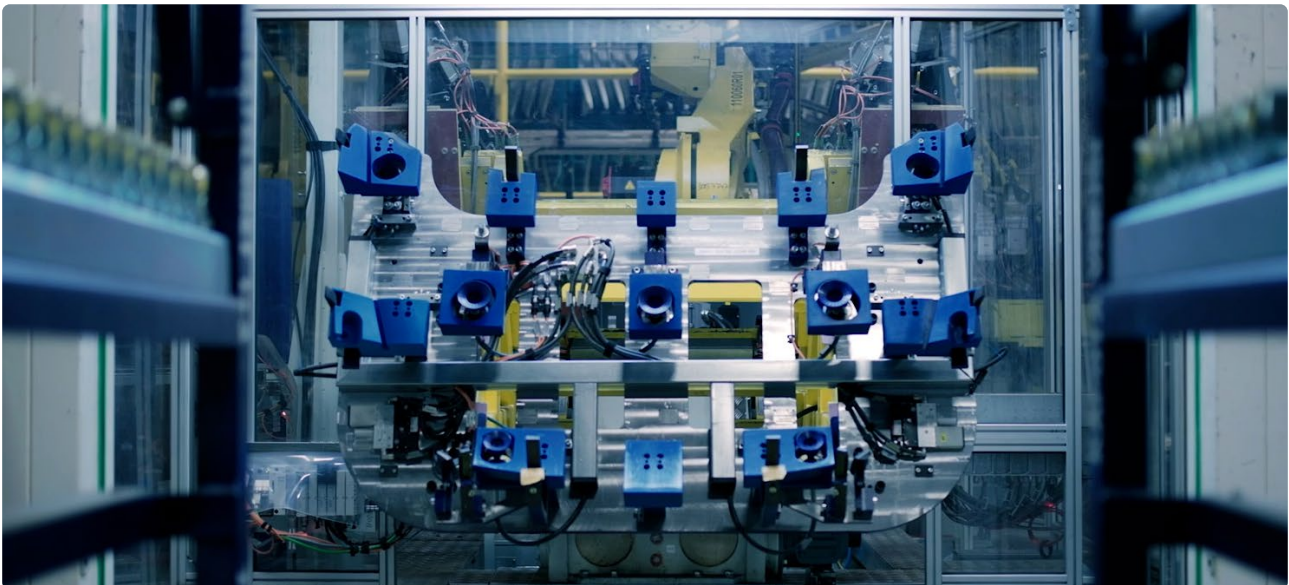
Los aficionados al **Cosplay*** encontrarán las impresoras 3D especialmente útiles porque se puede usar para fabricar máscaras, equipamiento, accesorios y otros elementos que pueden ser fácilmente procesados (lijados y pintados) para darles un acabado profesional.

* Cosplay – una contracción de las palabras 'costume play' (jugar con disfraces). Es un arte performativo en el que los participantes (cosplayers) llevan disfraces para representar un personaje específico de un libro, película o videojuego.



Otro ámbito en el que las impresoras 3D realmente brillan es la producción de piezas de repuesto– ya sean las que ya no están disponibles a través de los canales oficiales o las proporcionadas directamente por los fabricantes. El número de piezas imprimibles disponibles oficialmente para electrodomésticos va en aumento a medida que los fabricantes apoyan esta tendencia. Puedes encontrar muchos ejemplos útiles de varias marcas en printables.com/brands.

Si buscamos ejemplos en el ámbito profesional, encontraremos interesantes casos de uso de la impresión 3D en diversas industrias. Las empresas de automoción utilizan impresoras 3D para diversas herramientas personalizadas para las líneas de producción con el fin de ahorrar costes y tiempo. Algunas piezas impresas incluso duran más que las metálicas.



El avión ultraligero más rápido, el **Shark**, ¡tiene más de cien piezas impresas en 3D bajo el capó!



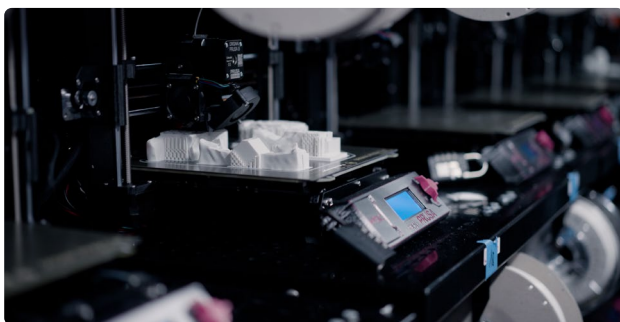
Los diseñadores utilizan las impresoras 3D para crear prototipos e ideas antes de enviarlas a producción.



Algunas de las mentes científicas más brillantes trabajan en los misterios del universo en el **CERN**. Y las impresoras 3D les ayudan a fabricar equipos a medida y herramientas diversas.



Las impresoras 3D son muy populares entre los artistas de efectos especiales de la industria cinematográfica. Varios accesorios, trajes y maquetas se crearon gracias a la impresión 3D.



Las impresoras 3D son algo muy importante en la arquitectura y la construcción. Una de las partes más importantes de los proyectos arquitectónicos es la visualización de modelos. Además, la impresión 3D simplifica enormemente la creación de modelos conceptuales detallados y las presentaciones a los clientes. Las universidades más prestigiosas del mundo incluso enseñan impresión 3D para arquitectos.



La impresión en 3D se está extendiendo rápidamente en la sanidad, encontrando diversos casos de uso para enseñar a los futuros médicos los fundamentos de la anatomía o ayudar a los cirujanos a preparar las operaciones – todo ello gracias a modelos impresos en 3D 1:1 basados en tomografías computarizadas del paciente. Gracias a una mejor preparación, el tratamiento lleva menos tiempo y se obtienen mejores resultados, ¡incluso se salvan vidas!

La impresión 3D en la educación

A medida que la impresión 3D se hace más popular y accesible, se está abriendo camino en las aulas de todo el mundo. La tecnología permite a los profesores crear herramientas educativas personalizadas, y a los alumnos desarrollar la creatividad y el pensamiento práctico. Con poco esfuerzo, la educación puede ser mucho más que libros y apuntes.

Los alumnos crean diversos experimentos y proyectos, aprenden a colaborar e investigan activamente la información.



¡Únete a Prusa Education!

Para todas las escuelas, universidades y otras instituciones educativas, ofrecemos el Programa de Prusa Education para ayudarle a ponerse al día con la impresión 3D. Visita education.prusa3d.com para descubrir qué puede ofrecerte el programa a ti y a tu centro educativo.



TECNOLOGÍAS DE IMPRESIÓN 3D

Todos los tipos de impresión 3D están basados en el mismo principio: crear una pieza a base de añadir una capa encima de la anterior. En la actualidad, no existe una tecnología de impresión 3D que sea completamente universal y adecuada para cualquier propósito. Por eso es importante decidir cómo y para qué vas a usar la impresora. Para facilitar las cosas, dividamos los tipos de impresoras 3D en tres categorías principales:

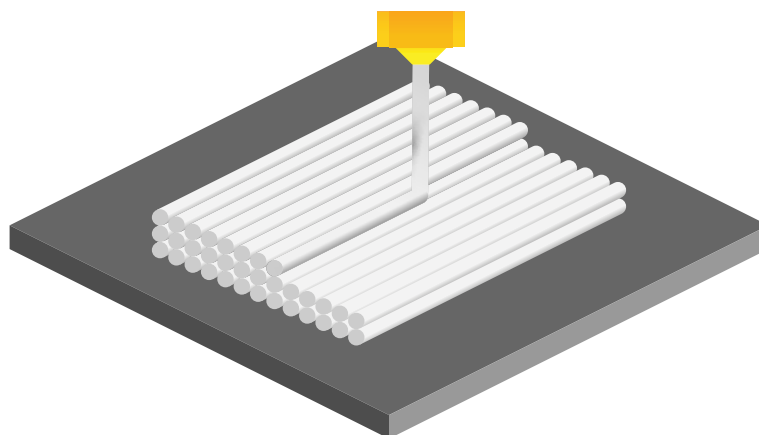
1. Un filamento de plástico fundido por un calentador es extruído por un cabezal de impresión (extrusor) a través de una boquilla. Esta es la descripción típica de la tecnología FFF (Fabricación por Filamento Fundido)/FDM (Modelado por deposición fundida). Estos términos son sinónimos. FDM es una marca registrada por Stratasys.
2. Una resina líquida se solidifica en capas en zonas determinadas. Esto es lo que normalmente llamamos SLA – estereolitografía. La resina líquida se cura por la acción de un rayo de luz (láser UV o panel LED, proyector DLP).
3. Fino polvo es sinterizado (compactado dado forma, no fundido) por un láser. La tecnología se denomina SLS (Sinterizado Selectivo por Láser) y comparada con las dos anteriores es mucho más cara.

FDM/FFF

Es la tecnología de impresión 3D más extendida y económica, adecuada para imprimir piezas funcionales/mecánicas y prototipos. La impresora usa filamentos de plástico como recurso principal. El carrete de plástico se llama filamento y está disponible normalmente con un diámetro de 1,75 mm. Hay todavía algunos filamentos de 3 mm en el mercado, sin embargo, la precisión de la impresión es bastante baja, y usarlos no es recomendable. Comparados con las resinas líquidas o con los materiales en polvo, el filamento es seguro y fácil de usar. El inconveniente es que las capas de las piezas impresas son visibles a simple vista. La altura de capa típica (cuando se usa una boquilla de 0,4 mm) está entre 0,05 y 0,3 mm.

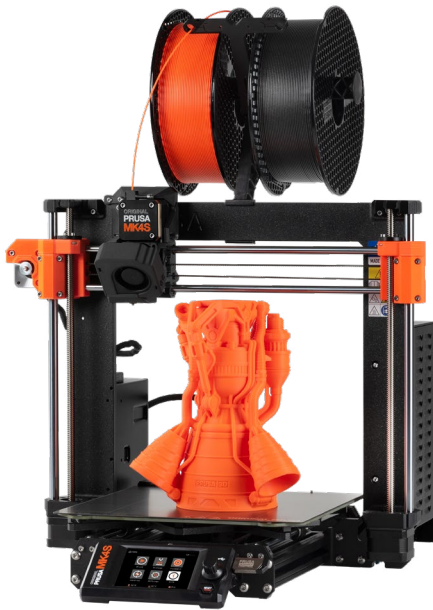
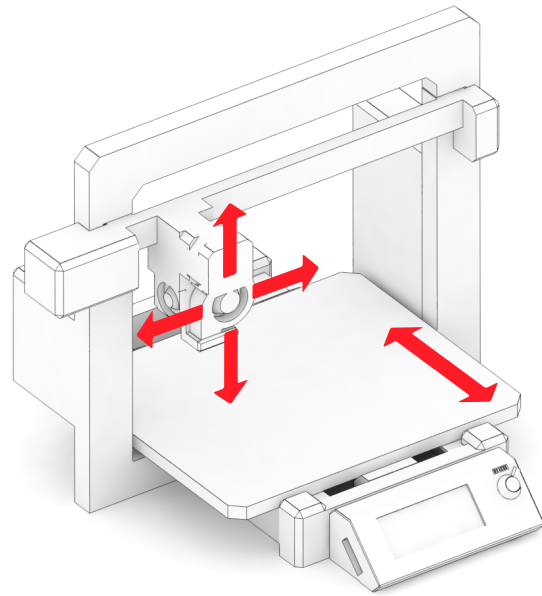


La gama de precios de las impresoras FFF comienza por los 150 dólares para una impresora barata de China y puede superar los 100 000 dólares para máquinas profesionales. La impresora 3D Original Prusa MK4S comienza en los 799 dólares / 889 Euros y representa una relación calidad/precio ideal.

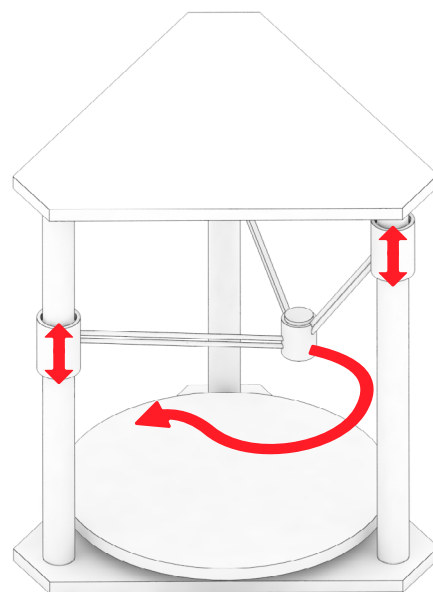


Podemos dividir las impresoras 3D FDM / FFF en subcategorías dependiendo de cómo se realiza el movimiento de los ejes en el espacio.

1. **Las impresoras 3D Cartesianas** se denominan así por el sistema de coordenadas XYZ. El movimiento del extrusion se realiza en dos ejes (X y Z) mientras que la base de mueve a lo largo del eje Y. También significa que la base de impresión es cuadrada o rectangular. La impresora 3D Original Prusa MK4S es una impresora cartesiana.



2. **Las impresoras 3D Delta** son impresoras en las que el movimiento del extrusor se realiza controlado por tres brazos móviles que se unen en el extrusor. Dos de sus principales ventajas son la velocidad de impresión y poder imprimir grandes volúmenes. Sin embargo, la impresora requiere un montaje y calibración extremadamente precisos. La geometría de la impresora requiere cálculos complejos para el movimiento de los motores de cada uno de los brazos.



3. Las impresoras 3D CoreXY son cada vez más populares. Utilizan un diseño en forma de cubo e incorporan un sistema de correas y poleas con dos motores paso a paso que mueven el extrusor en los ejes X e Y. La base calefactable está montada en el eje Z y se desplaza hacia arriba y hacia abajo. Esto aporta una serie de ventajas, como una mayor velocidad de impresión y una buena calidad de impresión porque la base no se mueve de un lado a otro. La Prusa Core ONE y la Original Prusa XL son impresoras 3D CoreXY.



Componentes de las impresoras 3D FFF

Todas las impresoras 3D FFF son bastante similares en su construcción. Normalmente constan de las siguientes piezas:

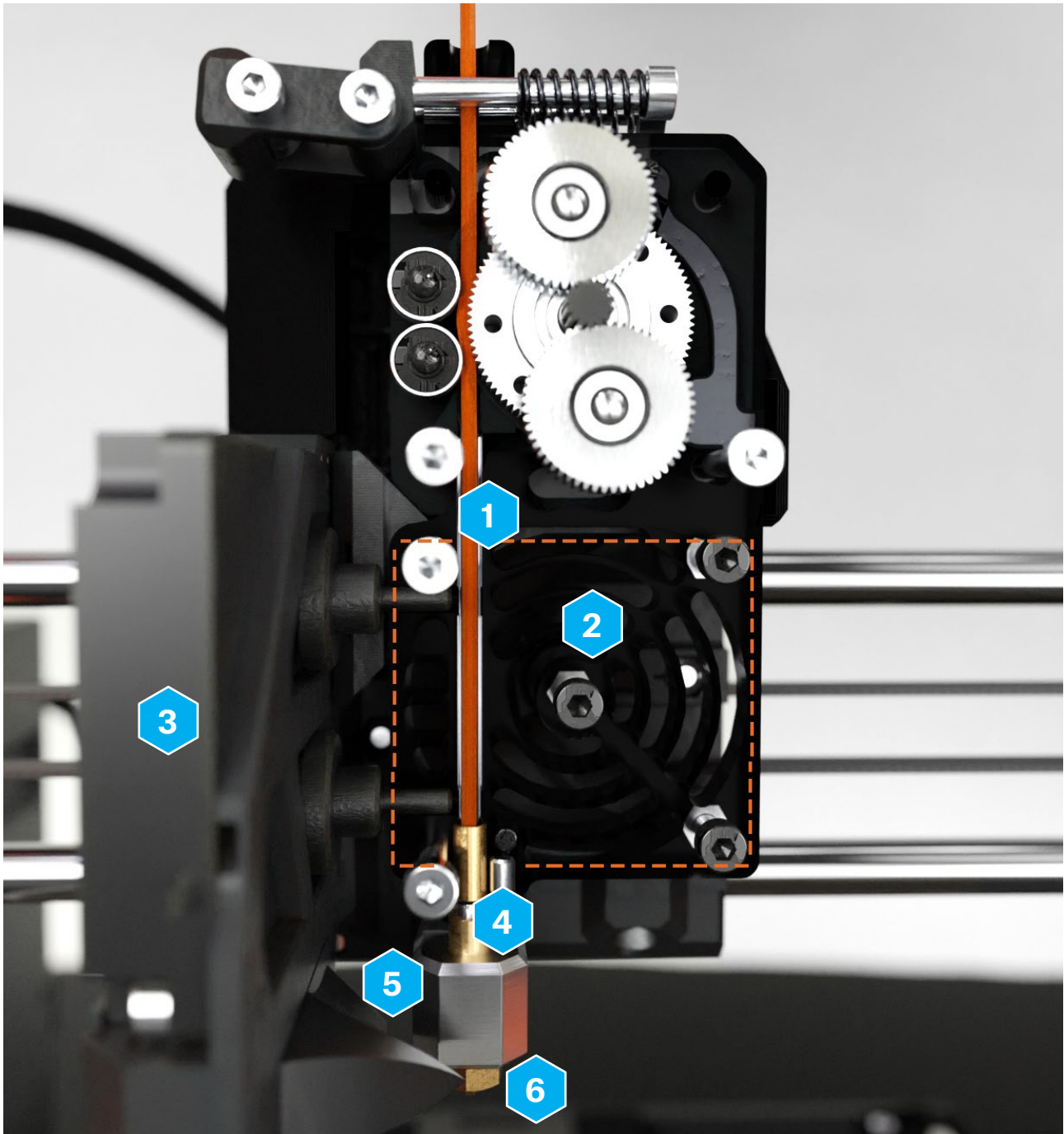
Extrusor

El extrusor, o cabezal de impresión, está diseñado para depositar las capas impresas extruyendo plástico fundido. Primero, el filamento entra en el extrusor a través de un tubo de Teflón. En ese momento, el filamento es un cilindro de plástico sólido y está a temperatura ambiente. Atraviesa un disipador, que es una pieza diseñada para evacuar el calor procedente del puente térmico y minimizar el espacio entre el filamento sólido y fundido. El disipador normalmente tiene un ventilador montado en un lado para incrementar su capacidad de enfriamiento. El heatbreak es básicamente un tubo con rosca exterior, que es más estrecho en un extremo para minimizar el diámetro lo más posible, de modo que menos calor pueda subir hacia la zona en la que el filamento debe permanecer aún sólido.

El bloque calefactor está hecho de materiales conductores del calor, normalmente aluminio, y contiene un pequeño calefactor junto a un termidor para medir la temperatura. El material se funde en el bloque calefactor y es empujado hacia y a través de la boquilla. La boquilla puede tener diferentes diámetros y muchas impresoras permiten a los usuarios cambiar la boquilla por una nueva con distinto diámetro. Los extrusores modernos también están equipados con sensores adicionales y hardware con funciones avanzadas para que la experiencia sea más fácil de usar. Por ejemplo, las impresoras 3D Original Prusa equipadas con el Nextruder, utilizan la tecnología de Célula de Carga para realizar una calibración totalmente automática y conseguir una primera capa siempre perfecta. Puedes leer más sobre boquillas de distintos diámetros y sus ventajas en un artículo en prusa.io/nozzles.

Extrusor

- 1 Tubo de Teflón
- 2 Disipador
- 3 Ventilador de capa
- 4 Heatbreak
- 5 Bloque calefactor
- 6 Boquilla



Base calefactable

La base calefactable es una pieza importante de todas las impresoras 3D modernas que debería ser compatibles con cuantos más materiales mejor. La base calefactable evita que las piezas impresas se doblen, curven o se despeguen de su superficie.

Marco

El marco es la estructura que sujeta la impresora. Un cuadro rígido y fabricado con precisión tiene un impacto favorable en la calidad de impresión. Un cuadro robusto y firme minimiza las vibraciones y permite una impresión más rápida sin problemas de calidad en las piezas impresas.

Motores paso-a-paso

Los motores paso-a-paso se encargan de los movimientos en todos los ejes – esto incluye al extrusor y la base calefactable, mientras que otro motor controla el movimiento del filamento. La ventaja de los motores paso-a-paso es que pueden ser controlados con precisión.

Placa base

La placa base es el componente electrónico con circuitos integrados que controla toda la impresora. Su principal función es leer los archivos de instrucciones (G-code) y controlar los motores, base calefactable y calentador según las instrucciones que se encuentran dentro del G-code.



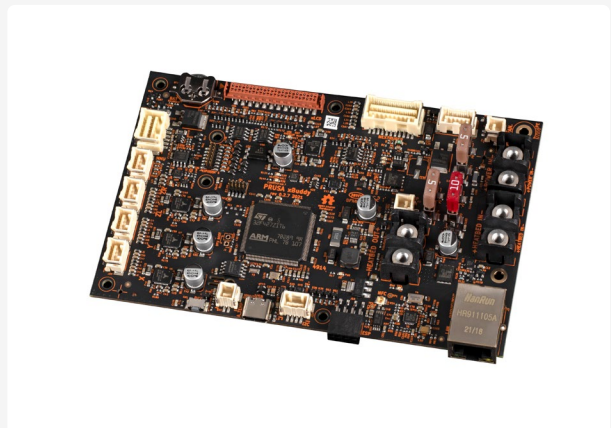
Base calefactable



Marco



Motores paso-a-paso

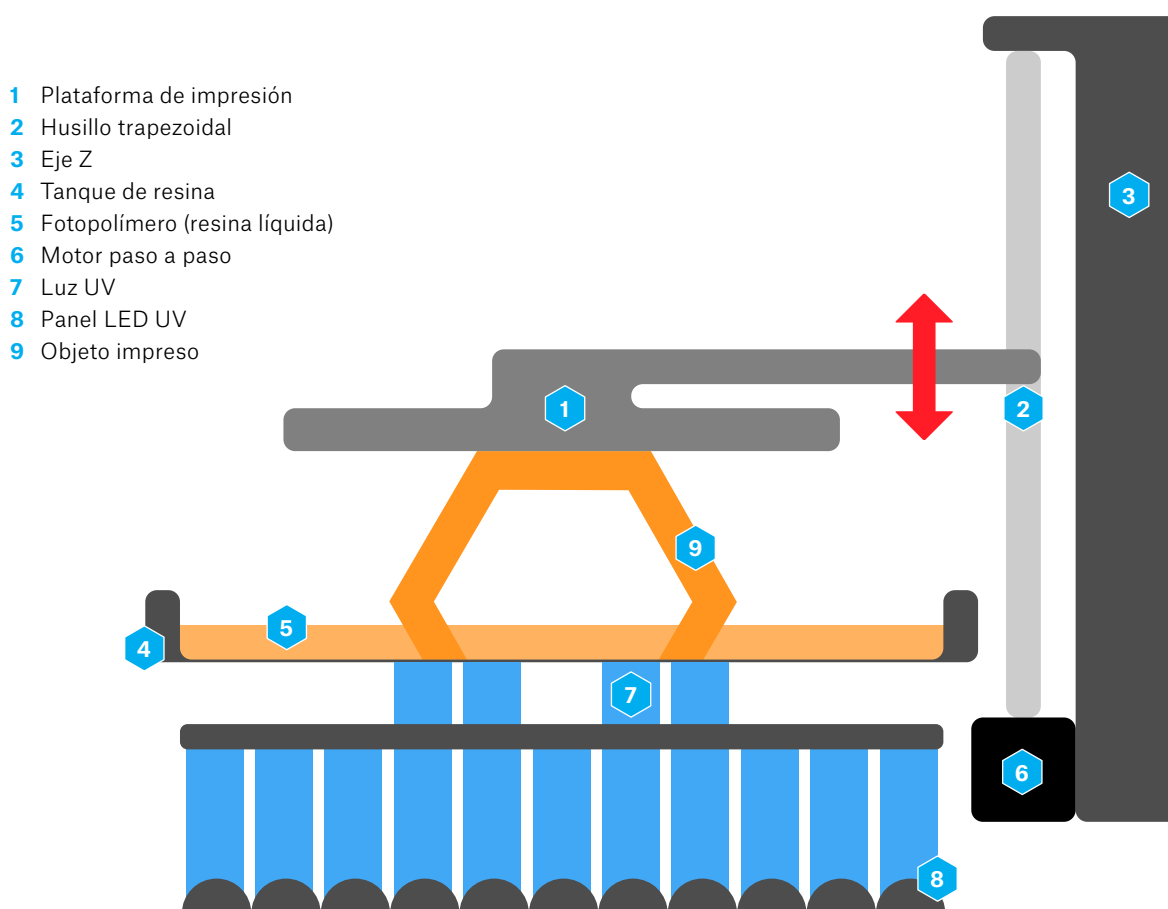


Placa base

SLA (Estereolitografía)

La tecnología SLA se basa en el curado (solidificación) de resinas líquidas fotosensibles mediante su exposición a la luz ultravioleta. Las impresoras 3D SLA están equipadas con una plataforma que se mueve una vez solidificada una capa para crear espacio para una nueva capa que se adhiere a la anterior. El depósito de resina tiene un fondo transparente con un panel LCD montado directamente debajo. La pantalla LCD muestra una máscara de una sola capa mientras una fuente de luz ultravioleta brilla a través de la máscara, exponiendo (y solidificando) la resina con una forma exacta.

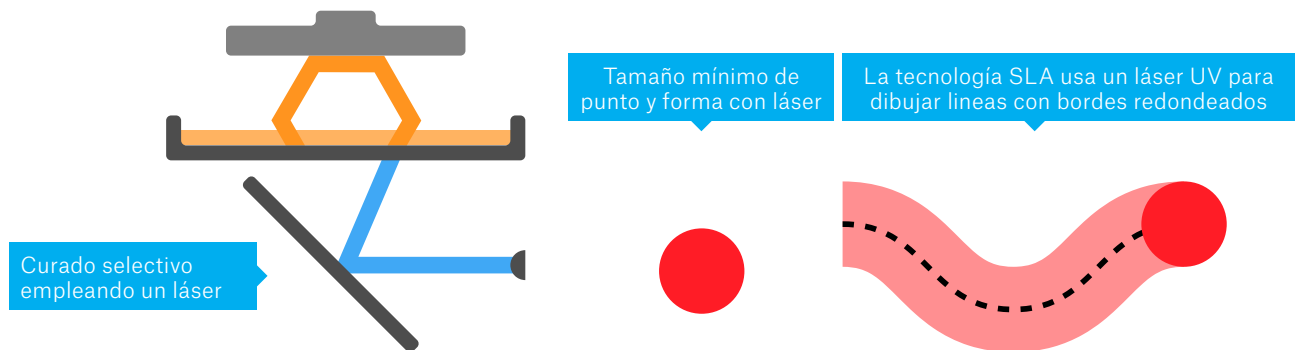
Esto da lugar a impresiones 3D increíblemente detalladas y suaves, con capas casi invisibles al ojo humano. Las impresoras 3D SLA son perfectas para miniaturas y prototipos, pero también son muy elogiadas en diversos campos industriales y, especialmente, en odontología.



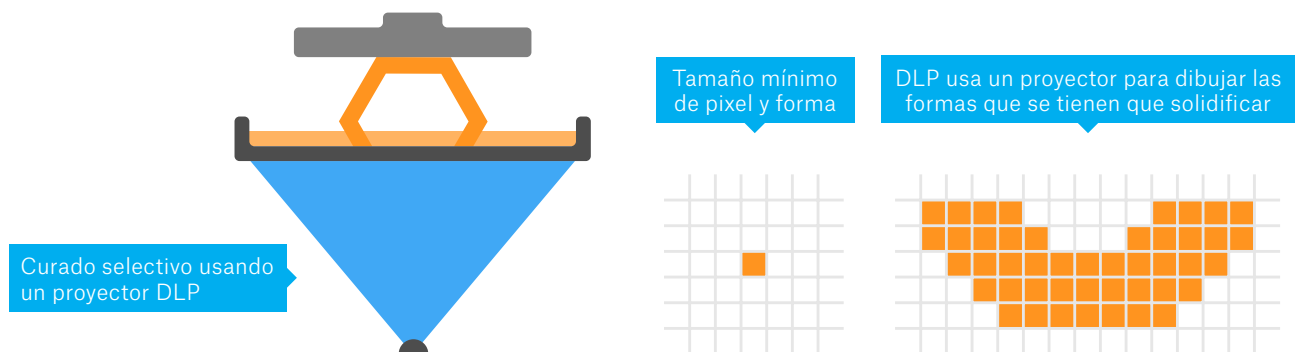
Sin embargo, las máquinas SLA son algo más complejas de utilizar que sus homólogas FFF/FDM. Las resinas son líquidas y suelen derramarse con facilidad, además, es importante que no entren en contacto con la piel o los ojos. Los objetos impresos con la tecnología SLA tienden a estar húmedos y pegajosos porque se extraen de un tanque lleno de resina líquida. Normalmente, es necesario lavar los objetos en alcohol isopropílico y curarlos con luz UV. Este proceso, un tanto tedioso, puede facilitarse sustancialmente mediante el uso de equipos especializados – hemos desarrollado la Máquina de Curado y Lavado (CW1S) como un accesorio todo en uno para nuestra Original Prusa SL1S SPEED. La CW1S puede precalentar la resina a temperaturas de trabajo, y también lavar, secar y curar impresiones 3D basadas en resina en un par de minutos y con el mínimo esfuerzo.

Hay tres tipos básicos de impresoras SLA. Se diferencian en los métodos de exposición. Incluso aunque pueden parecer similares, la calidad de impresión puede variar mucho.

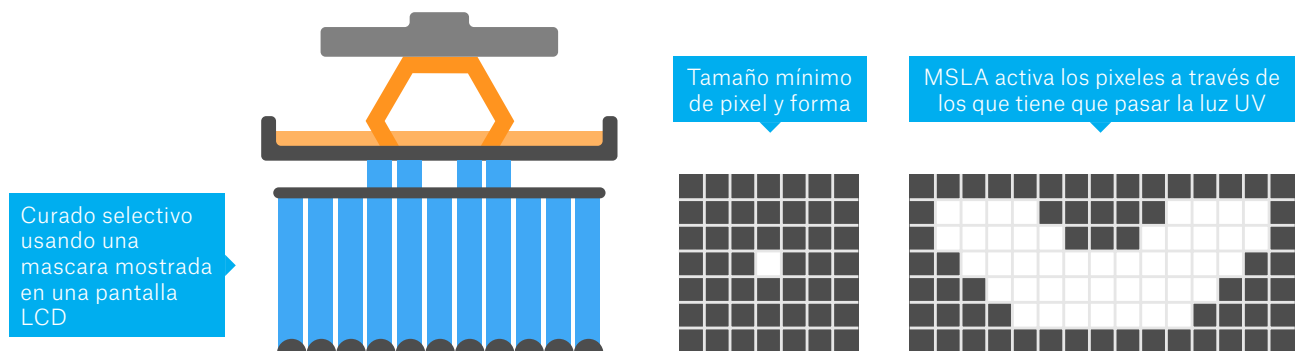
1. **SLA - Láser** – la exposición la realiza un rayo láser de luz UV. El rayo lo controlan dos espejos y “dibuja” cada capa progresivamente. El tiempo necesario para solidificar una capa depende del tamaño del área que necesita ser solidificada. Es decir: cuantos más piezas haya en la plataforma de impresión, más tiempo tarda la impresión.



2. **SLA - DLP (Procesado de Luz Digital)** – toda la capa se solidifica a la vez gracias a un proyector digital. La ventaja de este método es obvia – cada capa se solidifica en la misma cantidad de tiempo sin importar cuántas piezas haya en la plataforma de impresión.



3. **MSLA (Estereolitografía por Máscara)** – la exposición de la resina líquida se realiza mediante un panel de LED UV de alto rendimiento y la forma de la capa se muestra en una pantalla LCD de alta resolución. La luz UV solo puede atravesar los píxeles desactivados. Dado que las pantallas LCD tienen una resolución fija, también significa que los objetos impresos tienen una resolución XY fija y el único aspecto que afecta a su aspecto es la altura de la capa.



Las imágenes anteriores son representaciones simplificadas de cada una de las tecnologías. Las representaciones de las tecnologías DLP y MSLA no están teniendo en cuenta técnicas como el suavizado (AA). Sin AA, los bordes de la máscara estarían fuertemente pixelados. Simplificando, el suavizado puede suavizar los bordes puntiagudos promediando el color de píxeles próximos. Así que en nuestro caso, no solo hay negro con un borde blanco, sino que el suavizado realmente crea un gradiente de transición, que produce líneas más suaves.

Componentes de una impresora MSLA

La situación de las impresoras 3D SLA es similar a los modelos FFF/FDM – hay diferentes diseños, diferentes configuraciones, dependiendo de cómo la impresora 3D SLA solidifica la resina. Nos gustaría centrarnos en las máquinas MSLA, ya que nuestra Original Prusa SL1 usa estereolitografía por máscara.

Panel LED UV

El panel LED UV de altas prestaciones se emplea para solidificar la resina líquida del tanque de resina. La SL1S SPEED utiliza un gran panel en lugar de un único LED, por lo que la distribución de la luz UV es más uniforme. Esto, combinado con un conjunto de lentes de alta calidad, da lugar a tiempos de exposición extremadamente bajos y a una impresión más rápida.

Tapa acrílica

La SL1S tiene una tapa semi-transparente de color naranja de material acrílico. Bloquea una gran proporción de la luz UV proveniente del exterior (por ejemplo del sol), que de otro modo curaría la resina del tanque. También bloquea la luz UV emitida por el panel de LED UV para que no salga al exterior. Por último, pero no menos importante, retiene parcialmente los vapores de la resina en el interior de la impresora.

Tanque (cuba) e inclinación

El tanque, llamado vat en inglés, es el contenedor de resina. Tiene una base transparente, que permite a luz UV atravesarlo. La Original Prusa SL1S SPEED tiene incluso un mecanismo especial de inclinación del tanque para imprimir más rápido y aumentar la calidad de impresión. ¿Cómo funciona? Después de que cada capa se cure (solidifique), necesita adherirse al resto del objeto, pero también tiene tendencia a pegarse al fondo del tanque. La mayoría de las impresoras 3D utilizan un simple movimiento vertical para despegar la capa del fondo. El mecanismo de inclinación permite “separarlo” de forma mucho más suave, gradualmente. También es mucho más rápido comparando el movimiento vertical normal.

Pantalla LCD

Actualmente, el tipo de LCD más deseado para la impresión SLA es el monocromo. Se utiliza para “enmascarar”. Básicamente, el panel LED UV proyecta luz a través de la pantalla en el tanque con resina. Sin una máscara, el objeto resultante sería un bloque sólido. Por eso, el panel LCD muestra una máscara (una imagen de una sola capa) activando o desactivando píxeles individuales. Los píxeles desactivados dejan pasar la luz UV y los activados (negros) la bloquean. La resolución de la pantalla afecta a la calidad de la impresión.

Torre del eje Z

El único movimiento que realiza la plataforma de impresión es en el eje Z (arriba y abajo). Gracias a la pantalla LCD con resolución XY fija, no son necesarios otros movimientos.

Pantalla táctil

Esta es la segunda pantalla LCD de la impresora, sin embargo, esta no se emplea para la impresión misma. Sino que es para que el usuario pueda configurar y controlar la impresora con un interface fácil de usar.

Filtro de aire

La mayoría de impresoras disponibles en el mercado producen olores. Por eso la SL1 tiene un filtro incorporado.

Cuadro sólido de aluminio

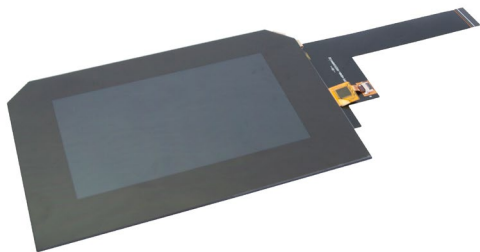
El cuadro asegura que la máquina es sólida y estable. Cuadros más flojos tiende a combarse o vibrar, lo que reduce la calidad de impresión.



Panel LED UV



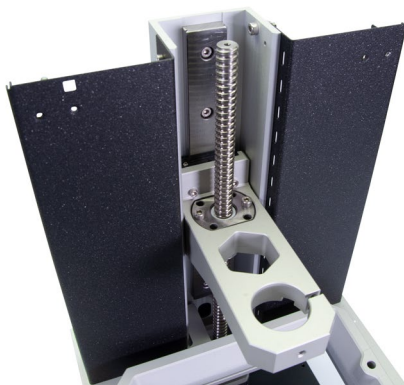
Pantalla LCD



Pantalla táctil



Tanque (Vat)



Torre del eje Z



Tapa acrílica



Filtro de aire



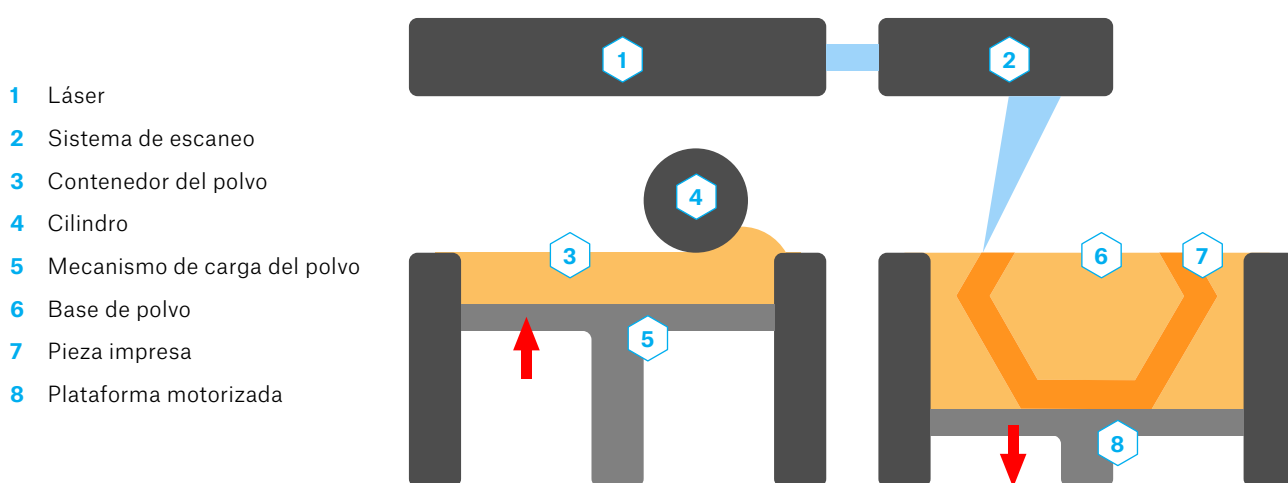
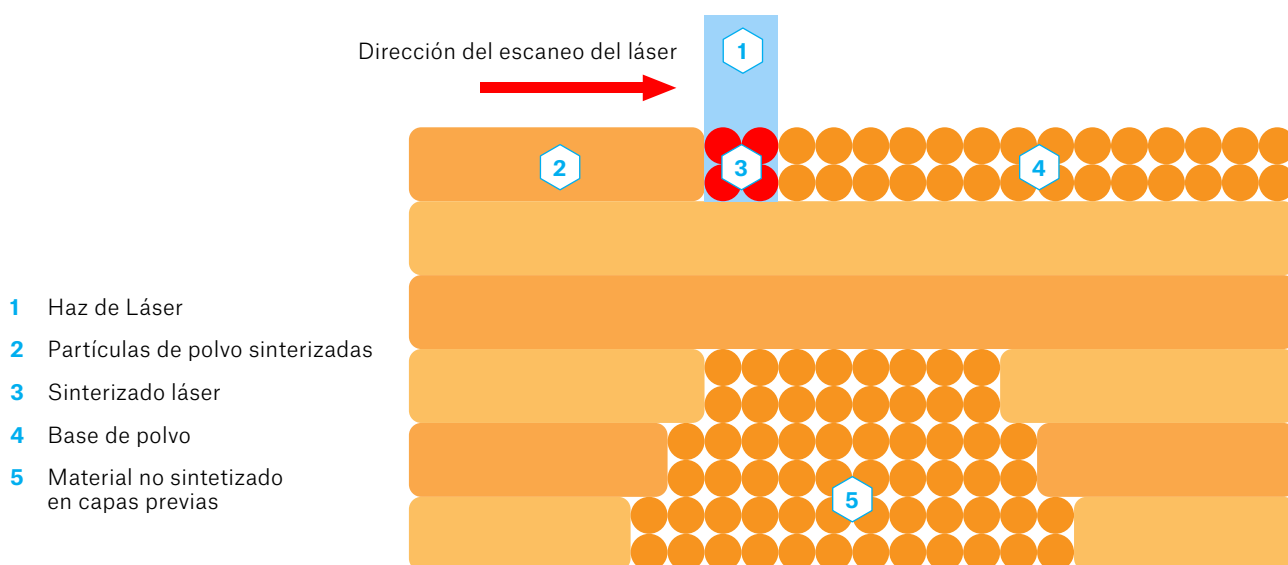
Cuadro sólido de aluminio

Las impresoras 3D SLA son, por lo general, más caras que las máquinas FFF. Las impresoras SLA 3D utilizables más baratas cuestan a partir de unos 250 dólares, mientras que las máquinas profesionales superan con creces los cien mil dólares. La Original Prusa SL1S SPEED comienza en los 1 979 euros / 1 999 dólares. Además, a la hora de elegir una impresora 3D SLA, se recomienda elegir un modelo que sea compatible con resinas de otros fabricantes, para no estar atado a un único fabricante.

SLS / DMLS

Otros tipos de tecnologías de impresión 3D son SLS y DMLS, que usan un proceso denominado sinterizado. En esencia, cada vez que se imprime una capa, un cilindro esparce una fina capa de un polvo fino sobre la plataforma, que es a continuación sinterizado por la acción de un láser para que tome la forma deseada. Cuando la impresión finaliza, la pieza entera está cubierta de polvo. Debido a cómo funciona este método, las piezas deben tener agujeros por los cuales pueda salir el polvo sobrante. El polvo no sinterizado se puede reciclar para nuevas impresiones, lo que significa que poco material se desperdicia. Otra ventaja es que las capas son prácticamente invisibles.

Estas impresoras no se han extendido mucho entre el público. Debido a su uso en diferentes industrias, los precios son mucho mayores – la máquina más barata cuesta alrededor de 6 000 dólares.





ESCOGER UNA IMPRESORA 3D

Una vez que empiezas a escoger una impresora 3D, es siempre importante decidir cómo y para qué propósito se va a emplear. Puede que esperaras encontrar una lista de impresoras ordenadas de mejor a peor pero eso es casi imposible de hacer sin simplificar las cosas hasta el extremo. Por el contrario, nos gustaría ofrecerte un conjunto de preguntas que deberías responder antes de comprar una impresora 3D. Las respuestas a estas preguntas te ayudarán a seleccionar la máquina apropiada para tus necesidades.

¿En qué gama de precio estás pensando? ¿Impresoras profesionales caras o productos Chinos baratos?

El precio refleja la calidad de la fabricación y la vida útil de la impresora, además de otras características útiles. Algunas impresoras más baratas suelen venir con una larga lista de modificaciones que se recomienda realizar antes de empezar a utilizar la máquina. Si buscas algo que funcione nada más sacarlo de la caja, puede que tengas que ajustar tus preferencias.

¿Cuál es el servicio post-venta de la impresora? ¿Hay una comunidad activa que me pudiera ayudar en caso de problemas? ¿Es una impresora open-source? ¿Qué pasa con las piezas de recambio y las actualizaciones?

El apoyo de la comunidad es un factor clave al escoger una impresora 3D. Al igual que ocurre con los smartphones, donde las comunidades prolongan la vida útil del dispositivo mediante actualizaciones, las impresoras 3D de código abierto se benefician de usuarios comprometidos que desarrollan actualizaciones y repuestos, lo que aumenta su longevidad.

¿Cuánto cuesta el uso?

Ciertos fabricantes solo permiten el uso de sus propios materiales fungibles y piezas de recambio. Esto incrementa el coste del usuario y limita la gama de materiales disponibles.

¿Importa la velocidad?

A la hora de elegir una impresora 3D, es fácil perderse en números increíbles que describen distintas velocidades e información. Aunque los números puedan parecer decisivos, la mayoría de los datos son teóricos. En realidad, el cabezal de impresión tiene que hacer varias paradas, giros y movimientos, sin llegar nunca a las proclamadas decenas de miles de mm/s. Las propiedades térmicas del material de impresión y la forma del modelo también son limitantes. Con una velocidad de impresión extremadamente alta, es posible que las capas no se adhieran entre sí y se produzca una impresión fallida. En lugar de las proclamadas cifras de velocidad, deberías centrarte más en la fiabilidad y en la comunidad que rodea a la impresora.

¿Cuál es el área de impresión que realmente necesitas?

Puede parecer que es mejor tener una gran superficie de impresión, sin embargo, en la mayoría de los casos, es tan solo una forma de malgastar el dinero. Las piezas hechas de PLA no pueden ser de más de 20 cm en cualquier dirección debido a la expansión térmica, que causa que las piezas grandes se arqueen y se despeguen de la base de impresión. No te olvides que siempre tienes la opción de trocear el modelo en varias piezas y pegarlas juntas más tarde.

¿Cuánto detalle necesitas en tus piezas?

La calidad y el nivel de detalle de las piezas impresas en una impresora FFF se puede ver afectada por el diámetro de la boquilla y por escoger el material, velocidades y temperaturas adecuados. De todos modos, es cierto que el nivel de detalle de las impresoras FFF es menor que el de las SLA.

¿Basta con un único material, o necesitas múltiples materiales (o incluso imprimir a todo color) en tu impresora 3D?

Aprenderás sobre la impresión multicolor en el siguiente capítulo.



Hemos tratado ampliamente el tema de la elección de una impresora 3D en prusa3d.com. Ve a Impresoras 3D – Cómo elegir una impresora 3D, ¡y sumérgete en el mundo de la impresión 3D!



PRIMERA LECCIÓN DE IMPRESIÓN 3D

ORIGINAL PRUSA MK4
by Josef Prusa

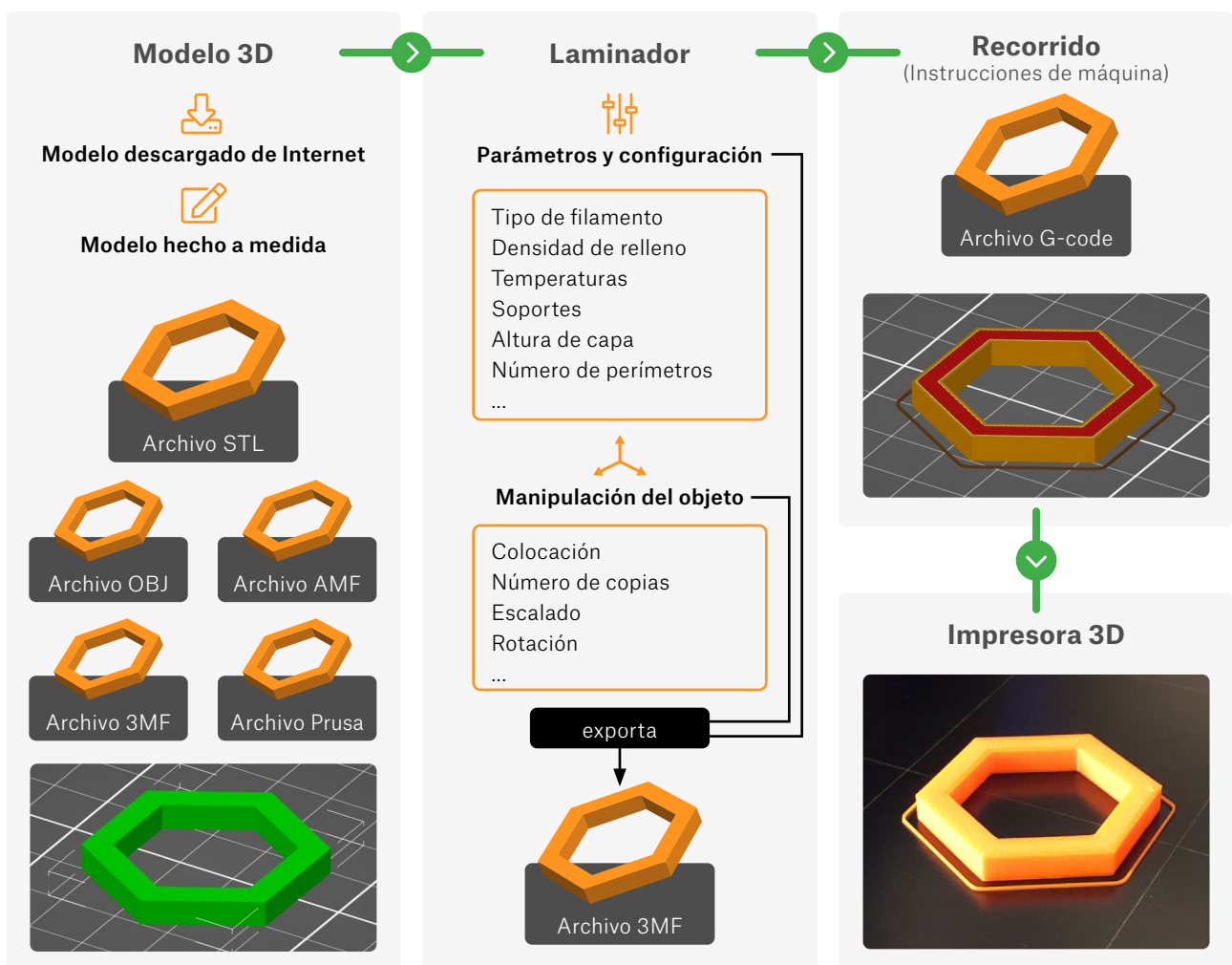
¡CONSULTA EL CURSO DE LA PRUSA ACADEMY!

Esta parte no es más que un breve resumen del tema. Para sumergirte de lleno en la creación de tus propios modelos, te recomendamos que consultes el curso Principios de Diseño para Piezas Impresas en 3D en la sección Academy de prusa3d.com.

El proceso de impresión 3D consiste en tres etapas principales. Primero, obtener un modelo 3D imprimible. Luego, prepararlo para imprimirlo, y el último paso es la impresión como tal. Veamos esto desde una perspectiva general, más adelante con más detalle.

El primer paso es obtener un modelo 3D, que habitualmente va a ser un archivo STL. Sináembargo, este formato no es reconocido directamente por las impresoras 3D y no se puede imprimir directamente. Para procesar un archivo STL, necesitas usar un programa especializado, denominado un 'laminador'. Hay diferentes programas de laminado en el mercado, algunos son gratuitos (PrusaSlicer), otros son de pago (Simplify3D) y normalmente son compatibles con una gama limitada de impresoras, de modo que tienes que escoger uno que sea adecuado para tu impresora. Puedes importar un archivo STL en el programa de laminado que elijas, configurar los parámetros de impresión y exportar el resultado final como un archivo 'G-code', que básicamente es la pieza original troceada en finas láminas y convertida en una serie de órdenes de movimiento que comprende la impresora 3D. Además, los programas de laminado añaden información adicional en los archivos G-code, tales como la temperatura, ajustes de enfriado y otros. El G-code resultante es específico para un modelo de impresora, por eso compartimos archivos STL normalmente – para que cada usuario pueda laminar el archivo para su impresora / filamento de manera personalizada.

El esquema más abajo muestra los pasos individuales que conducen a una impresión 3D exitosa.



Conseguir el modelo

En general, hay diversas maneras de obtener un modelo 3D:

1. Descargar un modelo 3D de Internet
2. Crear tus propios modelos
3. Escanear en 3D piezas reales

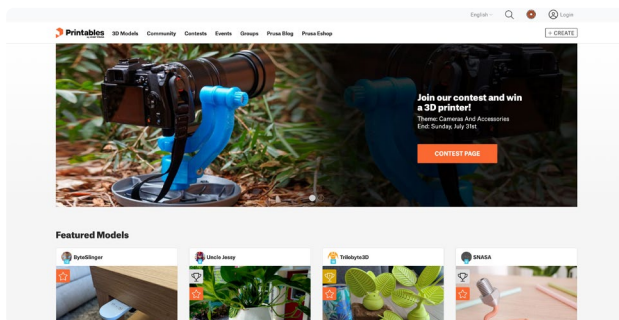
Usando librerías de piezas en línea

La forma más fácil de comenzar es imprimiendo piezas que estén disponibles gratuitamente en Internet. Normalmente se encontrarán en forma de archivos .stl o .obj. Hay multitud de webs que ofrecen todo tipo de modelos descargable – los mejores los detallamos a continuación.

Printables

Modelos gratuitos y de pago

www.printables.com

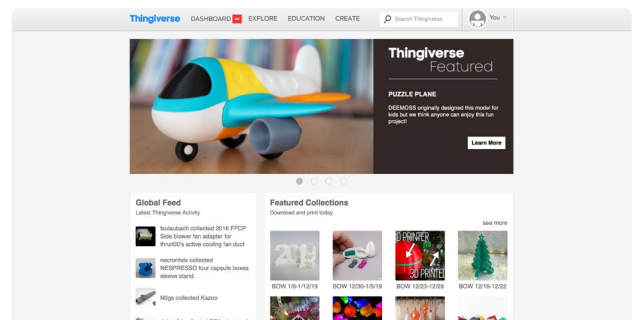


La biblioteca de modelos en línea definitiva para todos los propietarios de impresoras 3D, en continuo desarrollo. Con funciones como Comunidades, previsualización de objetos 3D, logros, recompensas físicas y concursos de la comunidad, ¡Printables puede satisfacer todas tus necesidades de impresión 3D!

Thingiverse

Modelos gratuitos

www.thingiverse.com

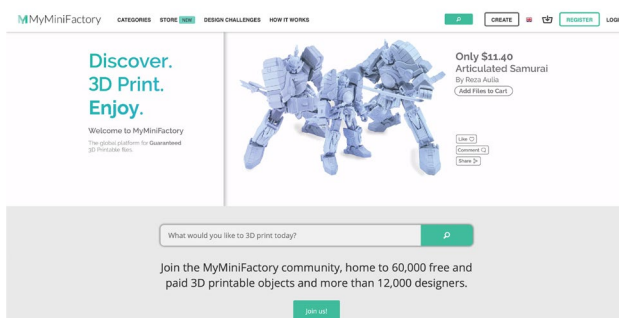


Thingiverse es una popular biblioteca en línea con una gran colección de modelos imprimibles divididos en diferentes categorías, como Hobby, Aprendizaje, Juguetes y Juegos y más. Cada día se añaden nuevos modelos.

MyMiniFactory

Modelos gratuitos y de pago

www.myminifactory.com

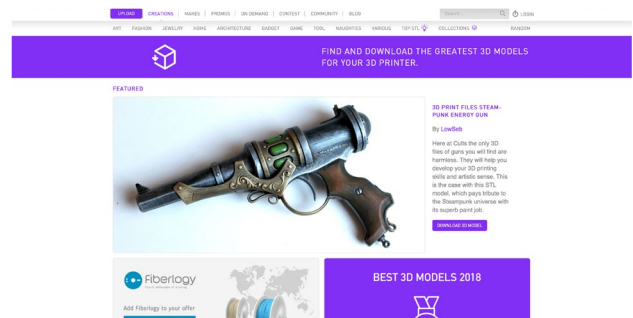


Un popular repositorio con objetos imprimibles en 3D de diseñadores profesionales. Todos los modelos se prueban antes de publicarlos, por lo que puedes estar seguro de que obtienes STL de calidad. El precio de los modelos de pago suele oscilar entre 4 y 40 dólares.

Cults

Modelos gratuitos y de pago

www.cults3d.com



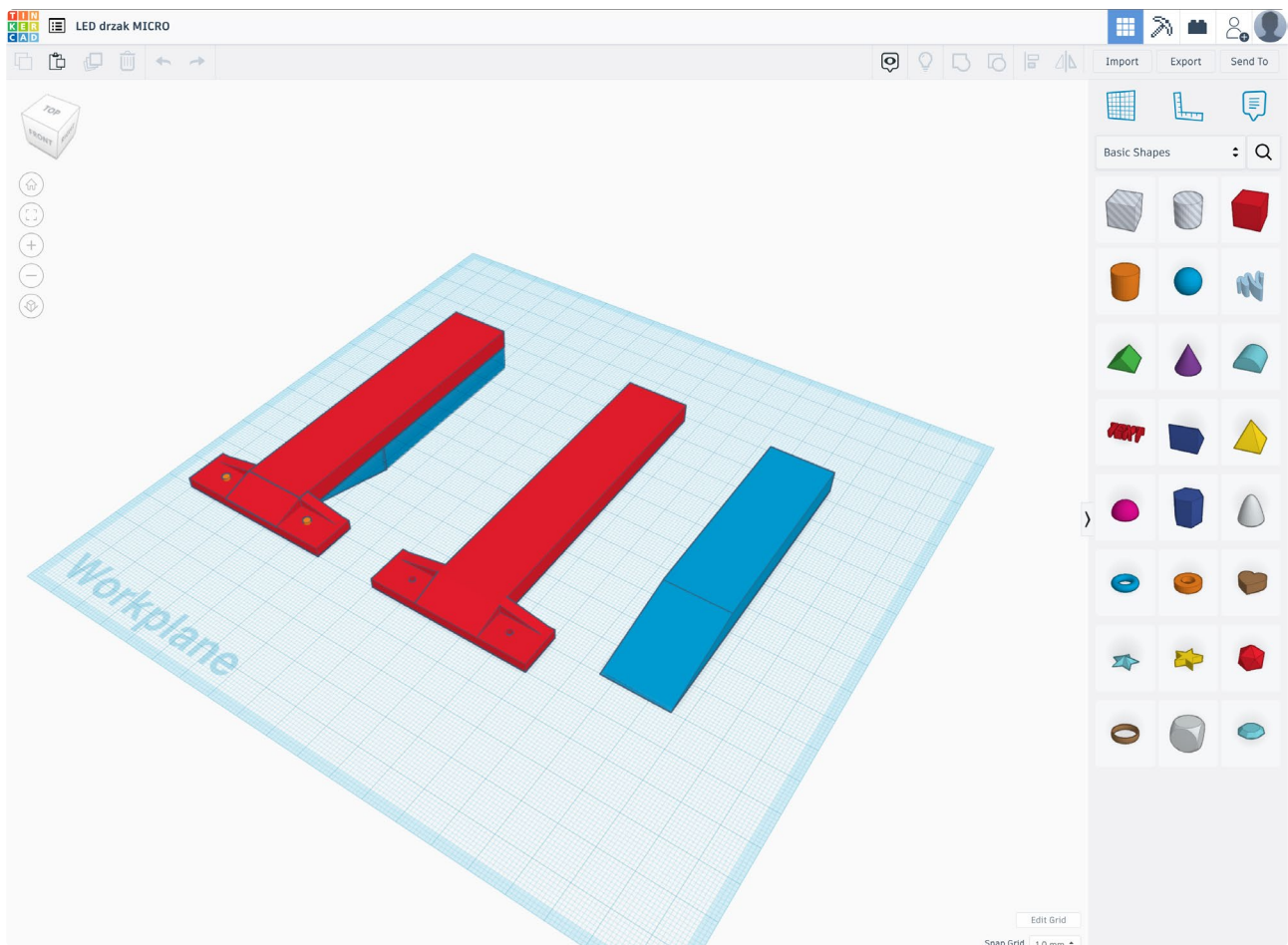
Un mercado de archivos de modelos 3D donde los creadores pueden compartir gratis o vender sus archivos STL. Una diferencia interesante entre este sitio y el resto son varias colecciones basadas en marcas populares, como Lego, IKEA o GoPro.

Programa de modelado 3D

Actualmente, puedes escoger entre una gran variedad de programas de modelado 3D. Son sencillos y fáciles de aprender (y algunos usan el navegador) como por ejemplo TinkerCad. Puedes probar el modelado paramétrico con OpenSCAD, o bien usar herramientas profesionales como Autodesk Fusion. Todas estas aplicaciones te permiten crear modelos y exportarlos como archivos STL.

Tinkercad

Tinkercad es fantástico y una herramienta muy intuitiva para principiantes. Es gratuito, pero necesitas crearte una cuenta. Puedes encontrar multitud de cursos, guías y trucos en la red. Tinkercad está construido en torno a la idea de una librería básica con diferentes formas, que se pueden arrastrar y soltar a la ventana principal y luego ser modificadas. La aplicación carece de funciones avanzadas, sin embargo, puede importar y editar archivos STL existentes. Tinkercad está disponible en www.tinkercad.com.

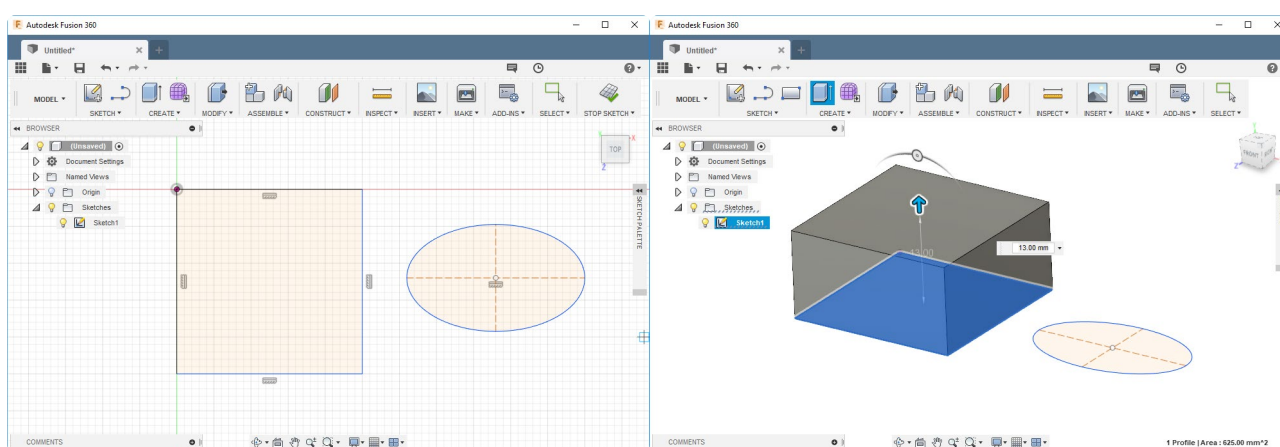


Autodesk Fusion

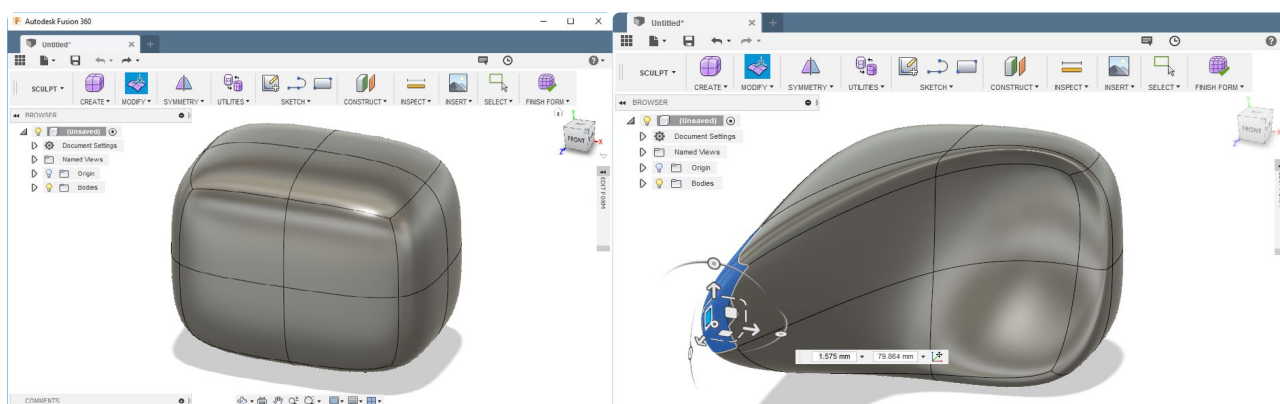
Si quieres comenzar a diseñar objetos complejos, o incluso varios componentes que deberían de montarse juntos, necesitas escoger una herramienta más profesional. Fusion es una opción popular. Los usuarios pueden trabajar tanto en CAD (diseño asistido por computador) como en CAM (fabricación asistida por computador), con visualizaciones y análisis de resistencia de las piezas. Fusión no solo permite modelado paramétrico, sino también escultura. Echemos un vistazo a estos dos métodos de cerca. Tenemos un extenso curso sobre modelado con Fusion en la Prusa Academy disponible en prusa3d.com, así que veamos brevemente estos dos métodos.

El modelado paramétrico es la forma habitual de crear modelos estructurales y piezas mecánicas. Las piezas comienzan con una forma 2D usando primitivas básicas (como la línea, el cuadrado, rectángulo, punto...).

A continuación esa forma se extruye y se convierte en una pieza 3D-



Ahora, imagina que quieres crear el modelo de un perro. Usar el modelado paramétrico es ineficiente y muy complicado, porque queremos crear una forma orgánica. Aquí es donde la escultura tiene su papel. La escultura digital se parece a la que usamos en el mundo físico (por ejemplo empleando arcilla o un material similar), sin embargo, tiene muchas ventajas – como la función deshacer. Las formas básicas en este caso ya son objetos 3D – cubo, esfera, cilindro, toroide y otros. Estas formas se pueden extruir, aplastar, doblar...Mira las imágenes a continuación.



¡ECHA UN VISTAZO AL CURSO DE PRUSA ACADEMY!

Si estás interesado en crear tus propios modelos, utilizando Autodesk Fusion, te recomendamos que consultes el curso Modelado 3D en Fusion en la sección Academy de prusa3d.com.

Blender

Blender es probablemente la mejor herramienta de modelado 3D disponible actualmente. Se ha desarrollado con una licencia de código abierto y está disponible para Windows, Mac y Linux. Puede ser un poco complicada para los principiantes, incluso un poco caótica. Sin embargo, ha encontrado un lugar en el corazón de muchos usuarios. Especialmente los usuarios con ambiciones artísticas, que no necesitan un modelado paramétrico preciso, encuentran en Blender una herramienta fantástica. Esculpir, añadir texturas, animaciones... Blender es la navaja Suiza entre las aplicaciones de modelado 3D.



OpenSCAD

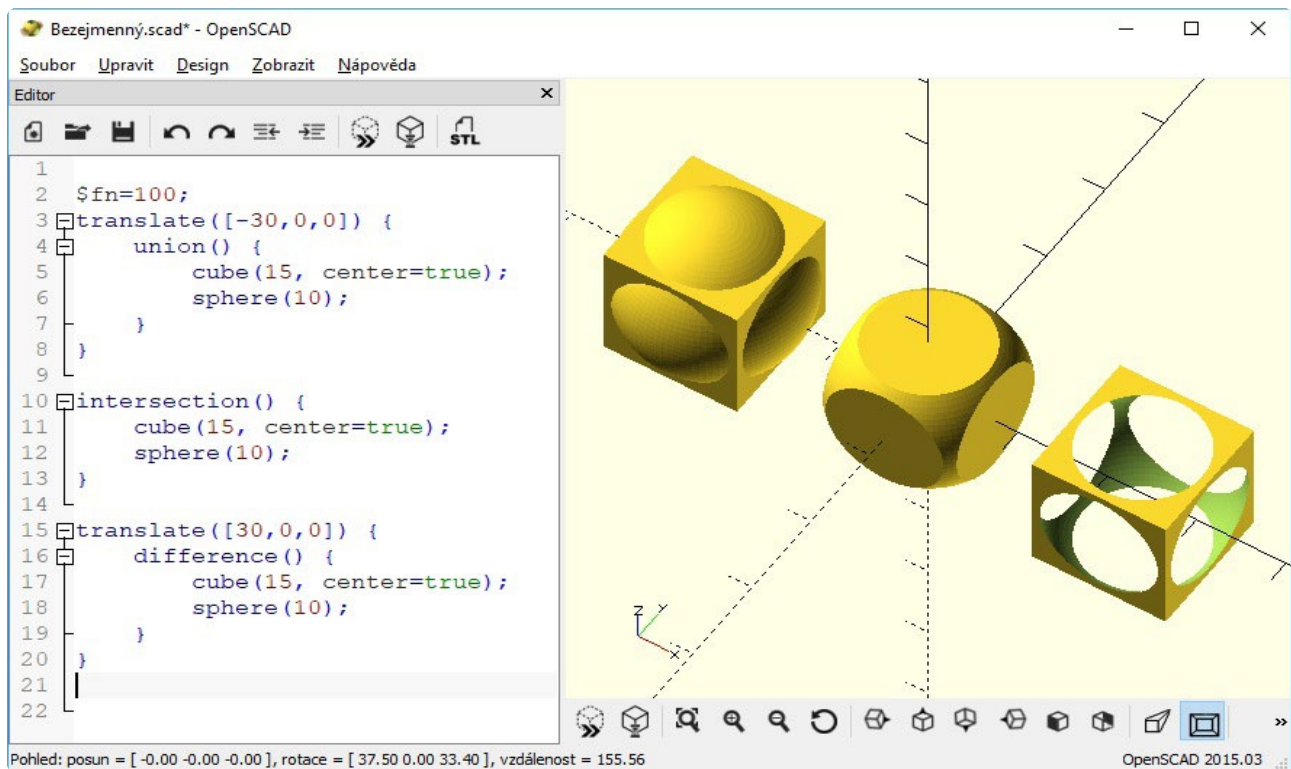
OpenSCAD es un proyecto de código abierto disponible gratuitamente en www.openscad.org.

Utiliza una aproximación totalmente diferente al modelado 3D – todo se hace escribiendo código.

El interface de usuario se divide en dos partes. La izquierda sirve para que el usuario defina el modelo 3D ‘programándolo’, mientras que a la derecha se muestra una previsualización 3D del modelo.

La aplicación funciona sobre un conjunto de formas básicas (cubo, cilindro, esfera,...) y operaciones booleanas entre ellas (unión, corte, intersección). Sin embargo, el programa también permite automatización avanzada – puedes usar operadores como el if, el while, for, operadores lógicos y otros. Si crees que eres más un programador que un artista, puedes probar OpenSCAD.

Cómo empezar a crear modelos en OpenSCAD está explicado en detalle en: prusa.io/openscad.



También puedes probar las siguientes aplicaciones:

Microsoft 3D Builder

Meshmixer

Rhinoceros 3D

FreeCAD

Autodesk Inventor

SolidWorks

Autodesk AutoCAD

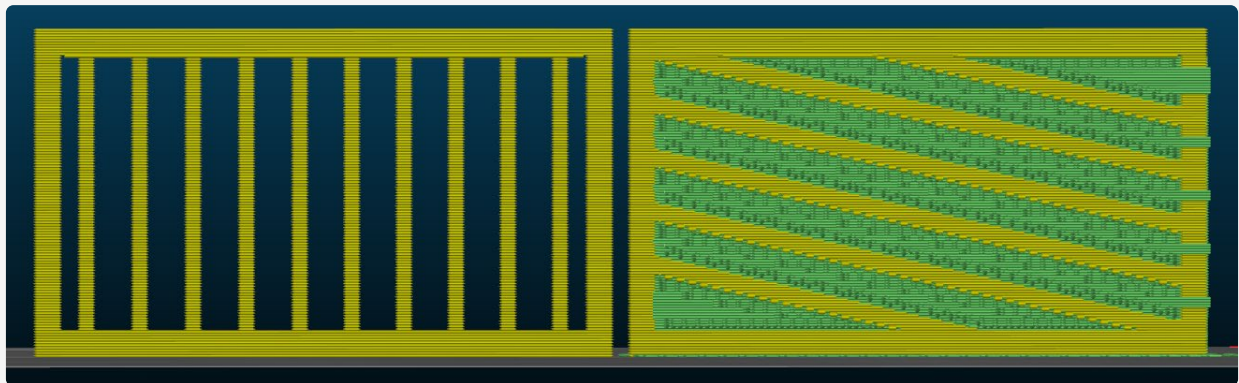
SketchUp

Algunas cosas a tener en cuenta al diseñar un modelo

1. Intenta minimizar la necesidad de soportes. Las impresoras 3D no pueden imprimir sobre el aire, y los voladizos grandes necesitarán soportes también. Para ahorrar tiempo, material y mejorar la calidad de la superficie de las piezas, intenta diseñarlas de forma que se minimice la necesidad de soportes.

Veamos un ejemplo – necesitas una pieza de una valla y depende de ti decidir la forma de las piquetas. En las imágenes a continuación, puedes ver dos formas de cómo diseñar la valla si queremos imprimirlas en posición vertical. La mejor solución será imprimir la pieza horizontalmente.

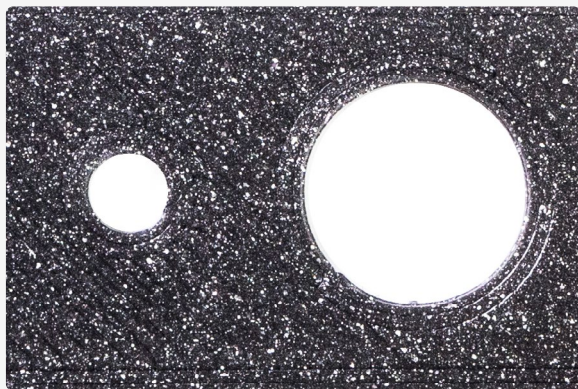
Vista preliminar en PrusaSlicer – las estructuras de soporte aparecen en verde, mientras que la pieza es amarilla.



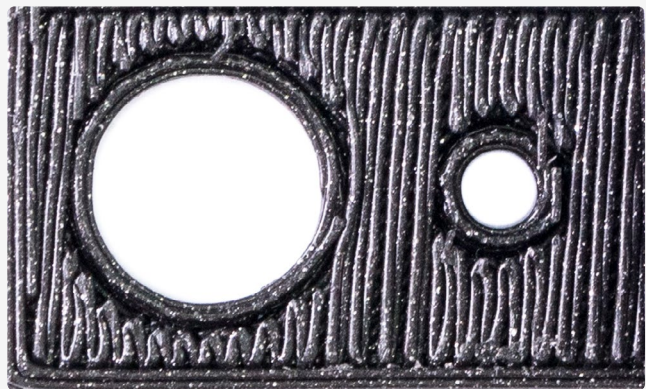
Es posible imprimir este modelo sin soportes.

Es necesario usar soportes para imprimir este modelo correctamente. Sin embargo, retirarlos será difícil y la superficie del modelo no quedará totalmente lisa.

2. Decide cómo se orientará el modelo en la base de impresión. Las superficies colocadas sobre soportes no serán tan lisas como aquellas que vayan directamente sobre la base de impresión.



La superficie impresa directamente sobre la base de impresión es perfectamente plana y lisa



Superficie impresa sobre los soportes. La superficie es inconsistente y rugosa. Este es el peor caso para una demostración. Las superficies con menor ángulo de voladizo tendrán mejor aspecto incluso con soportes.

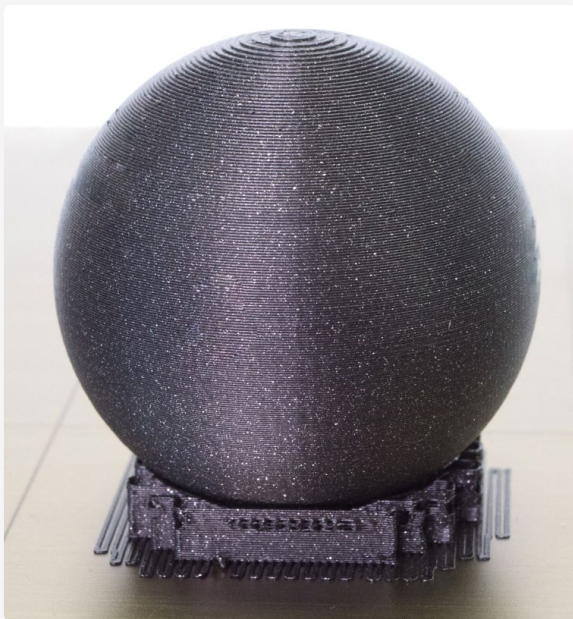
¡CONSULTA EL CURSO DE LA PRUSA ACADEMY!

Hay mucho más que aprender y descubrir. Para sumergirte de lleno en la creación de tus propios modelos, te recomendamos que consultes el curso Principios de Diseño para Piezas Impresas en 3D en la sección Academy de prusa3d.com.

3. La pieza impresa tendrá menos resistencia en la dirección paralela a las capas impresas que en la dirección perpendicular a las capas impresas. Si esperas que la pieza impresa pueda resistir ciertas fuerzas, ten esto en cuenta.

4. Considera la posibilidad de dividir el modelo en varias piezas, luego encuentra la orientación ideal de esas piezas sobre la base de impresión. Veamos una esfera como ejemplo. Imprimirla entera es bastante difícil, porque la primera capa apenas tiene superficie de contacto con la base de impresión. Puedes añadir un borde y soportes para remediar este problema. Sin embargo, la superficie será de peor calidad (mira más abajo). Una posible solución es cortar la esfera en dos mitades. Imprimir cada mitad por separado y luego pegarlas juntas.

Imprimir un esfera como una sola pieza. Las capas de la parte inferior se verán afectadas.



Imprimir una esfera en cortada en dos hemisferios, que luego son pegados juntos.

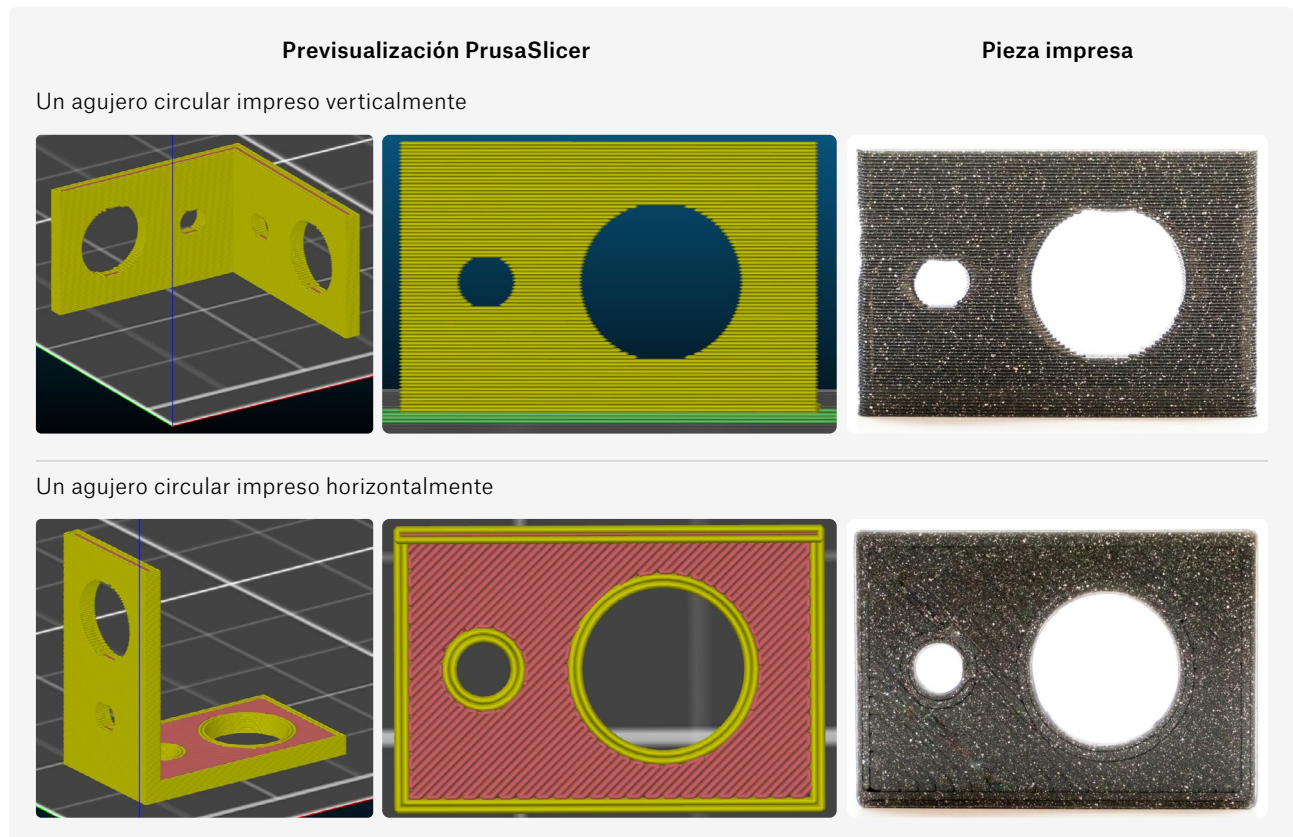


5. Cuando se modelan piezas que deben ajustar juntas, necesitas incluir una cierta tolerancia. No podrás unir piezas con dimensiones sin tolerancia. Ten en cuenta que probablemente tendrás que ajustar las tolerancias hasta que obtengas el resultado óptimo. No hay un valor “universal” – todo depende del tamaño del modelo, la orientación horizontal o vertical, la forma de las piezas que tienen que encajar, la calibración, los ajustes, el material y otros aspectos. Así que no te preocupes de no acertar a la primera, tendrás que hacer varios intentos hasta que lo consigas – después de todo, las

impresoras 3D ha sido diseñadas para ser grandes máquinas de prototipo, así que sigue probando hasta que consigas el mejor resultado.

Un ejemplo rápido: Si queremos insertar una varilla de 10 mm en un tubo, el diámetro del tubo debería de ser unos 0,15 mm mayor.

6. Un agujero cilíndrico impreso verticalmente no será perfectamente circular. Para conseguir el mejor resultado, imprime los agujeros circulares horizontalmente como se muestra en las figuras siguientes.



7. El ancho de un solo perímetro cuando se imprime con una boquilla de 0,4 mm de diámetro es de 0,45 mm. Esto afecta al ancho total de las paredes del modelo.

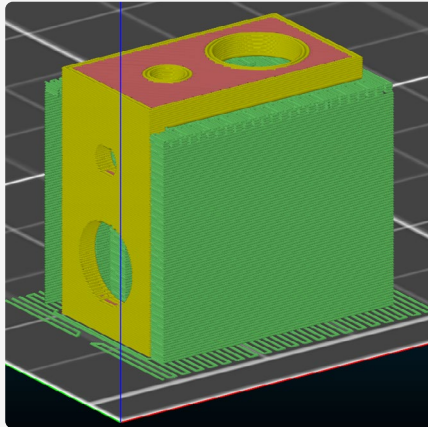
Espesor de pared	¿Es posible imprimir?
Menos del ancho de un perímetro	✗
Un perímetro	✓
Más del ancho de un perímetro pero menos de dos	✗
Más del doble del ancho de un perímetro	✓

Ejemplos de posibles orientaciones de una pieza y cómo afecta a la pieza impresa

Veamos la forma de una prensa con forma de L con dos agujeros en ambos extremos y cómo la orientación de la pieza afecta al resultado final. Y no sólo afecta al aspecto – la forma en la que orientamos una pieza también afecta a su integridad estructural y resistencia.

- ⊕ La cara paralela a la base tendrá círculos perfectamente impresos.
- ⊖ Demasiados soportes suponen un desperdicio de material.
- ⊖ Baja resistencia mecánica en la esquina de 90°.
- ⊖ La pieza impresa verticalmente tendrá la tendencia a romperse en la dirección de las capas impresas.
- ⊖ La pieza impresa verticalmente no tendrá agujeros cilíndricos perfectos.
- ⊖ La pieza sobre soportes no tendrá una superficie perfectamente lisa.

Previsualización PrusaSlicer

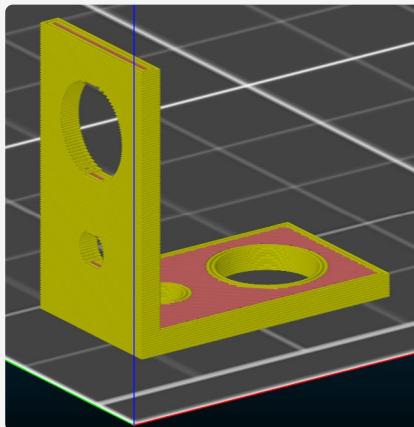


Pieza impresa



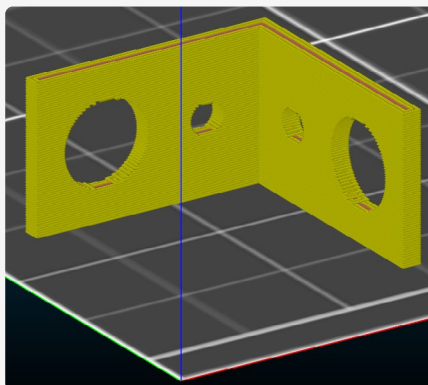
Esta no es la orientación óptima para el modelo.

- ⊕ El lado impreso paralelo a la base tendrá círculos perfectamente impresos.
- ⊕ Sin soportes.
- ⊖ Baja resistencia mecánica en la esquina de 90°.
- ⊖ La pieza impresa verticalmente tendrá la tendencia a romperse en la dirección de las capas impresas.
- ⊖ La pieza impresa verticalmente no tendrá agujeros cilíndricos perfectos.



Esta no es la orientación óptima para el modelo.

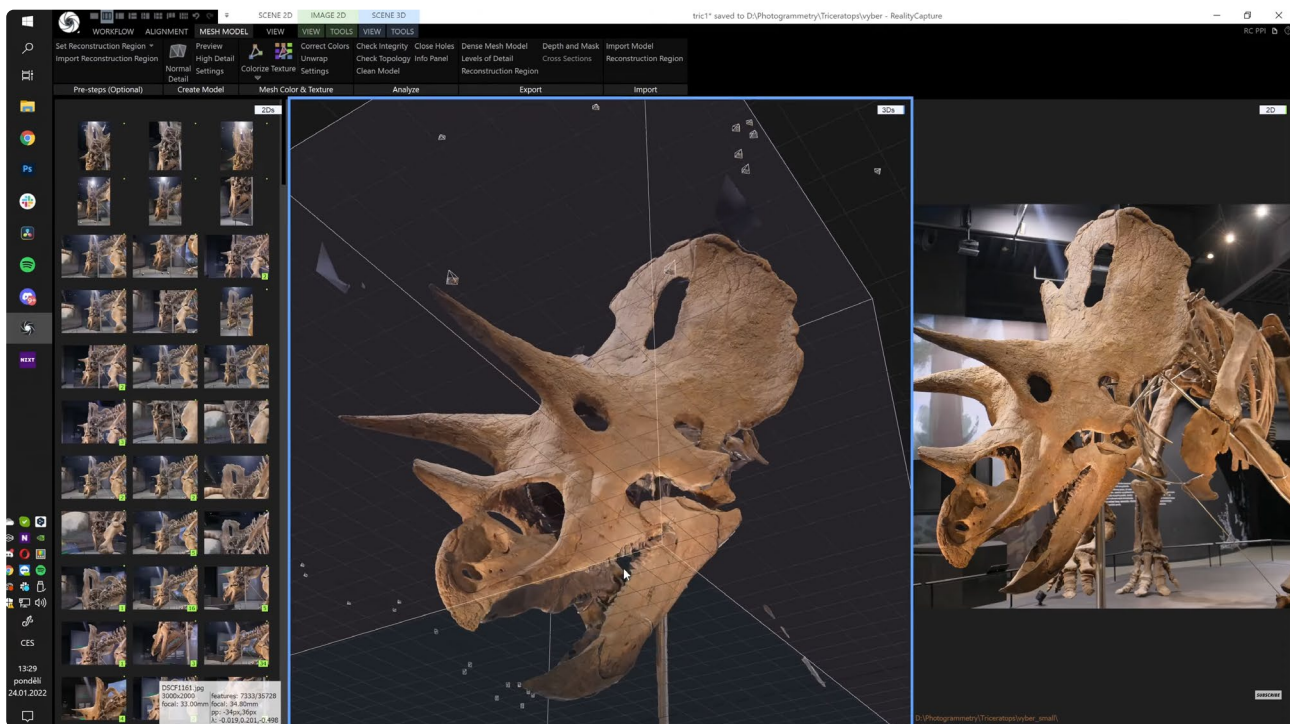
- ⊕ La mejor resistencia mecánica en la esquina de 90°.
- ⊕ Sin soportes
- ⊖ Los agujeros no saldrán perfectamente circulares.



Esta es la orientación óptima para imprimir este modelo.

Escaneado 3D y Fotogrametría

El escaneado 3D y la Fotogrametría son dos opciones populares para crear un modelo digital a partir de una pieza real. Los escáneres 3D existen desde hace mucho tiempo, pero su elevado precio los hace inasequibles para la mayoría de usuarios. Los más económicos cuestan menos de 300 dólares, pero los más caros pueden costar más de 10 000 dólares. Aquí es donde la fotogrametría puede ayudar. Es una tecnología mucho más barata, aunque necesitar un trabajo adicional – toda ella se basa de procesar docenas, o incluso centenares, de fotografías de una pieza mediante un programa especializado. Una ventaja es que incluso la cámara de tu móvil es suficiente para el trabajo. Puedes aprender más sobre fotogrametría en: prusa.io/photogrammetry.



Escáner Sense 3D de 3D Systems

Fuente: <https://3dprint.com/58221/3d-systems-sense-plus>

Escoger el material de impresión adecuado

Un error común es pensar que los diferentes filamentos se diferencian tan solo por el color. La realidad es que hay muchos tipos diferentes de filamentos con propiedades muy distintas. Algunos materiales son fáciles de imprimir y permiten conseguir mucho detalle en las piezas impresas, pero su resistencia al calor es baja (PLA). Otros materiales pueden ser el extremo opuesto (PC Carbon Fiber).

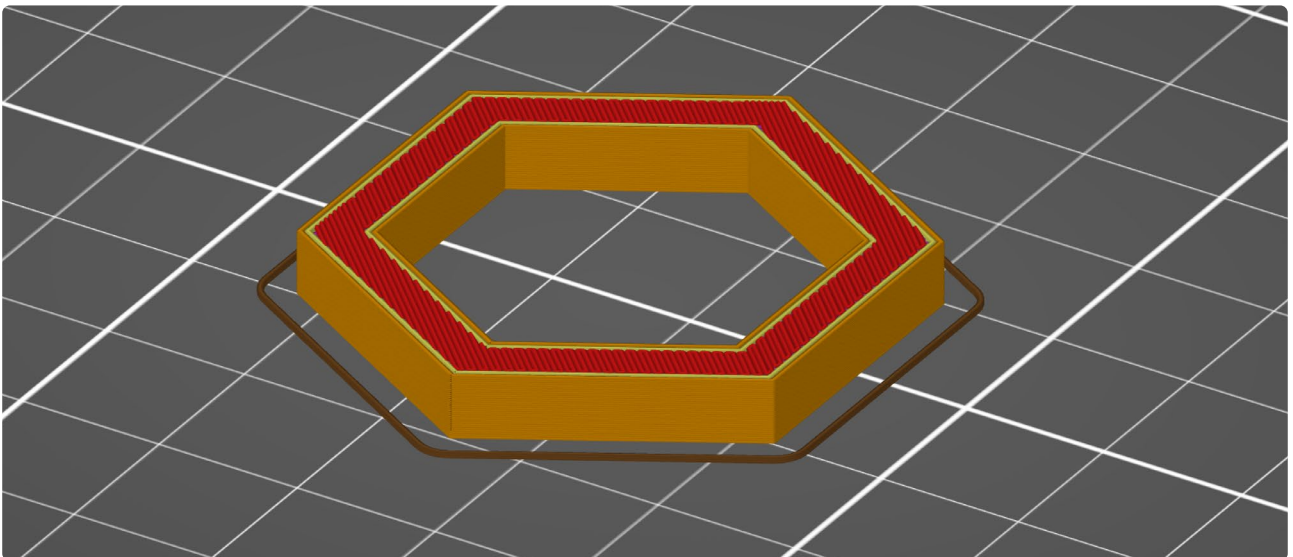


Puedes leer más sobre materiales de impresión en el capítulo de 'Filamentos'.

Laminado

El laminado es el proceso convertir un modelo 3D en código legible por la impresora llamado G-code usando un programa de laminado. Los programas más populares son Slic3r PE (y su sucesor PrusaSlicer 2.0), Simplify3D y Cura. La entrada para la generación de G-code no sólo es un modelo 3D, sino también varios ajustes del proceso. Pueden afectar en muchas maneras a la generación del G-code y al proceso de impresión – como la dureza del modelo, la cantidad de detalle o la velocidad de impresión. También es posible modificar las piezas – escalarlas, rotarlas, cortar un trozo y usar otras herramientas más. Finalmente, pero no menos importante – puedes usar el programa de laminado para ubicar las piezas en la superficie de impresión. El programa es tan importante como la máquina, lo que quiere decir que escoger los ajustes correctos es básico para obtener impresiones 3D de buena calidad.

Hay diferentes programas entre los que elegir, cada uno sus ventajas e inconvenientes. La mayoría son gratuitos. Los principiantes deberían de limitarse a aquellos programas que dispongan de perfiles probados para sus impresoras. Cuando te sientas cómodo con algo que funciona de manera regular, puedes descargar otros programas y comenzar a experimentar. Casi cualquier fabricante importante de impresoras 3D tiene su propio laminador calibrado para su gama de impresoras. Veamos los tres laminadores más utilizados por los dueños de impresoras 3D Original Prusa.



PrusaSlicer

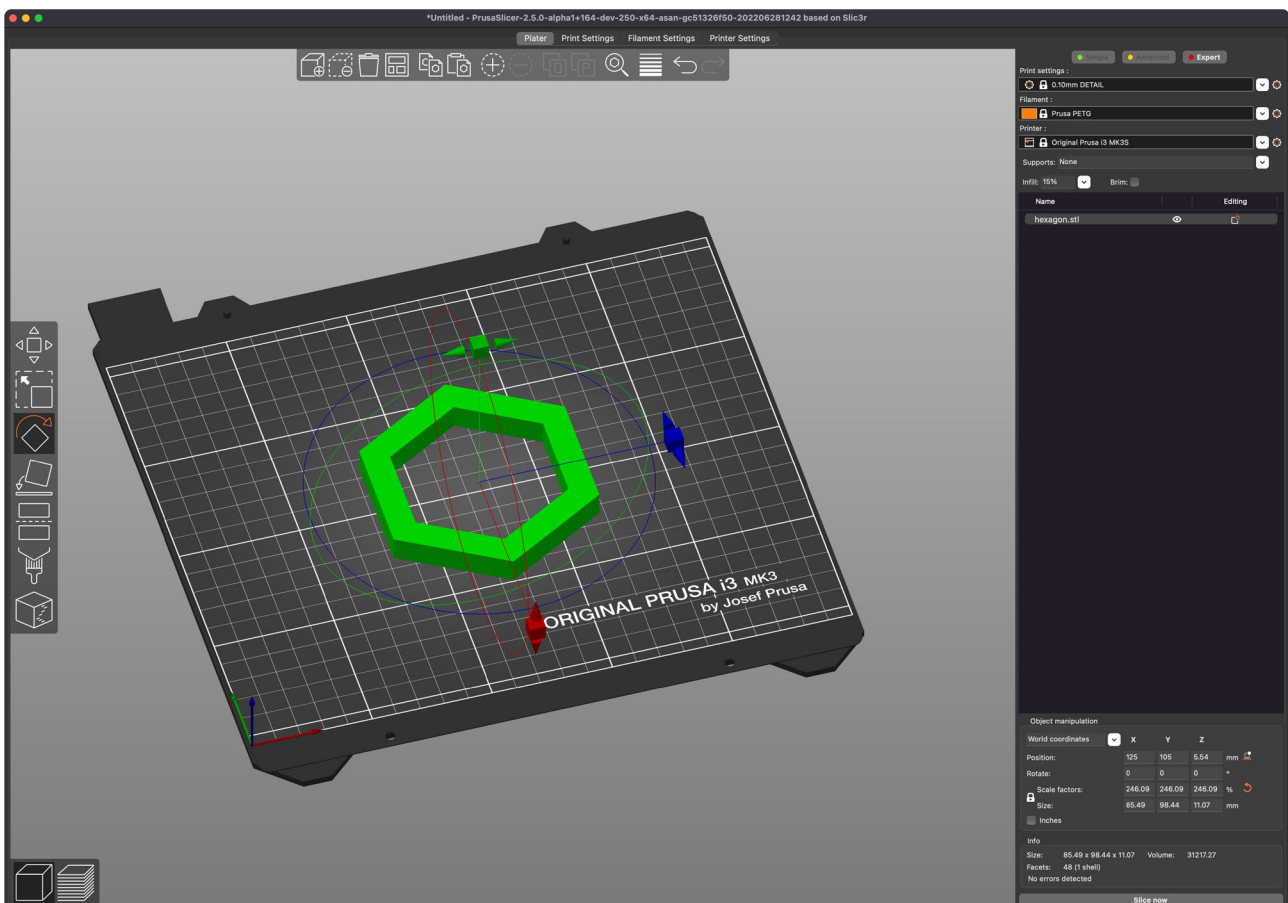
PrusaSlicer está basado, o más bien es un 'derivado', del proyecto de código abierto Slic3r.

PrusaSlicer es nuestro laminador predeterminado y puedes descargar versiones estables desde prusa3d.com/prusaslicer. El programa incorpora una serie de funciones útiles y se actualiza con frecuencia. Tiene un montón de mejoras y optimizaciones para los productos de Prusa Research, incluyendo perfiles para la impresión multi-material y las impresoras 3D de terceros también. Es una estupenda opción para los dueños de impresoras Original Prusa.

Características:

Gratuito y de código abierto.

- ➞ Incorpora más de 300 perfiles comprobados para diferentes filamentos, desde los materiales más populares a los más exóticos (tales como Woodfill y muchos otros). Los perfiles de impresión se actualizan con frecuencia.
- ➞ Herramienta para actualizar el firmware de las impresoras 3D Original Prusa incorporada.
- ➞ Soporte para impresión multimaterial.
- ➞ Integración con Octoprint.
- ➞ Multitud de opciones para ajustes de impresión, incluyendo modificadores especiales basados en áreas.
- ➞ Previsualización del modelo laminado, que muestra la pieza capa por capa.
- ➞ Ajustes de altura de capa variable.
- ➞ Soporte para impresoras 3D SLA
- ➞ Generación de soportes arborescentes
- ➞ Compatibilidad con perfiles de impresoras 3D de terceros



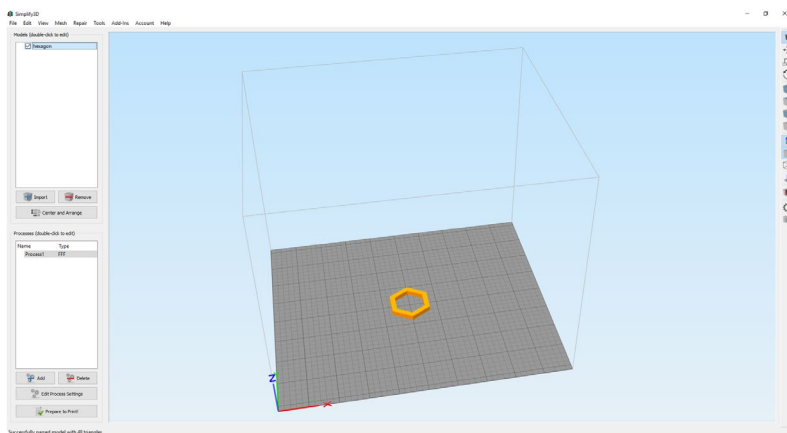
Simplify3D

Simplify3D es un programa de laminado desarrollado independientemente – no está vinculado a ningún fabricante de impresoras 3D ni a un modelo específico. Incorpora muchos perfiles para cientos de impresoras 3D. Esto es especialmente interesante si tienes más de una marca de impresoras, ya que no tienes que crear los perfiles de impresión tú mismo.

Características:

Programa comercial.

- ⇒ Simulación realista de los movimientos del extrusor en el modo de previsualización.
- ⇒ Previsualización de los objetos 3D laminados en el formato G-code.
- ⇒ Soportes generados automáticamente con la opción de que el usuario los pueda modificar.
- ⇒ Multitud de ajustes de impresión.
- ⇒ Modificadores basados en áreas, ajustes de impresión específicos por pieza.



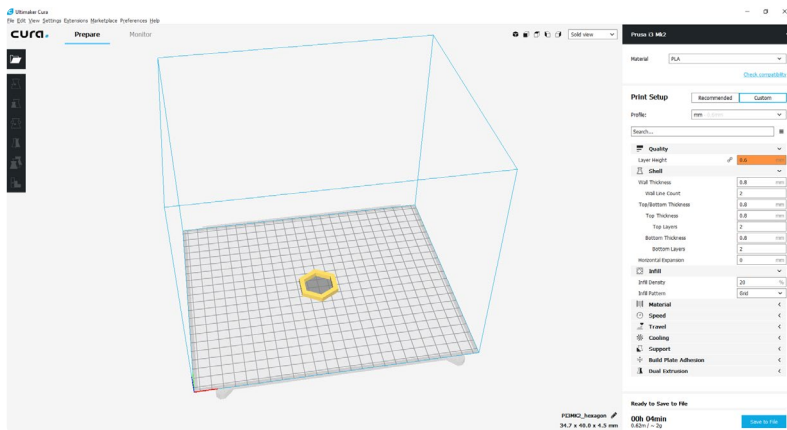
Cura

Cura es un programa de laminado desarrollado por Ultimaker, un fabricante de impresoras 3D. Es la opción más habitual de los dueños de impresoras 3D Ultimaker. Sin embargo, el programa incorpora un importante número de perfiles de otras marcas de impresoras 3D.

Características:

Es gratuito y de código abierto.

- ⇒ Tiene un interface muy sencillo y amigable, sin embargo, también dispone de ajustes avanzados.
- ⇒ Perfiles optimizados para todos los materiales oficiales y las impresoras Ultimaker 3D.
- ⇒ Ajustes específicos por pieza, permitiendo posicionar varias piezas en la base de impresión cada una con diferentes ajustes.
- ⇒ Previsualización del modelo laminado en 3D en el formato G-code
- ⇒ Muestra un informe detallado de cuánto tiempo tardará la impresión para cada sección del modelo (soportes, perímetros, relleno y otros).

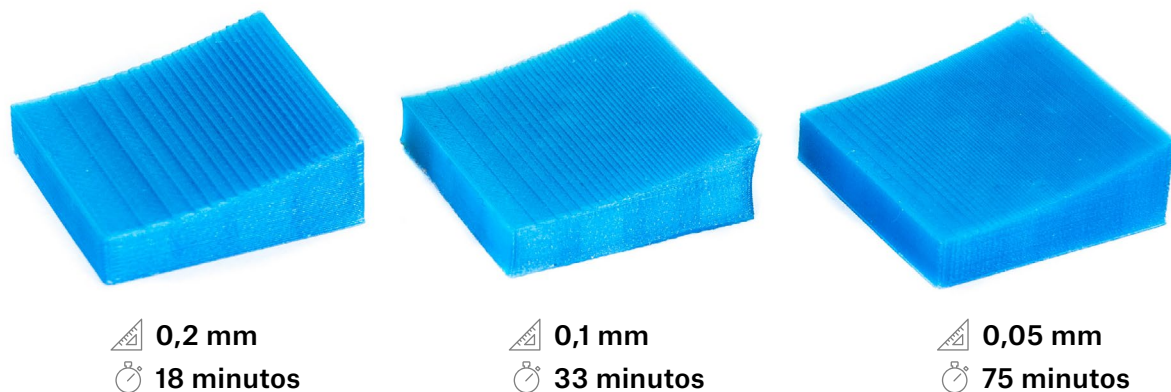


Laminador – ajustes básicos

Filamento y temperatura de la base – cada fabricante de filamento especifica la gama de temperaturas óptima para sus filamentos. Deberías atenerte a los valores recomendados. Modificar la temperatura de impresión cambia el aspecto de la pieza impresa. La temperatura de la boquilla y de la base calefactable oscila normalmente entre de 200 °C a 240 °C (de 392 °F a 464 °F) y de 60 °C a 100 °C (de 140 °F a 212 °F), respectivamente.

Altura de capa – a veces llamada la “resolución del eje Z” tiene una gran importancia tanto en tiempo de impresión como en el acabado superficial de la pieza impresa. Valores altos producen impresiones rápidas con capas mas visibles en la superficie de la pieza. Este efecto es especialmente notable en las superficies que son casi paralelas a la base de impresión. La mayor parte del tiempo, se recomienda un altura de capa entre 0,15 mm – 0,20 mm. Valores más pequeños producen piezas más detalladas (se notan menos las capas), sin embargo, el tiempo de impresión se prolonga. PrusaSlicer tiene una función para configurar la altura de capa variable – significa que los usuarios pueden elegir qué partes del objeto tendrán capas más bajas (partes detalladas o inclinadas) y qué partes pueden tener una altura de capa mayor. Dependiendo de la geometría del objeto, se puede ahorrar mucho tiempo de impresión mediante el uso de Altura de capa adaptable y dejar que PrusaSlicer calcule la altura de capa óptima para las diferentes partes del modelo – por ejemplo, los lados verticales rectos se imprimirán con una altura de capa aumentada mientras que los bordes redondeados serán más suaves si se utiliza una altura de capa más baja. Haga clic en el botón Altura de capa variable para abrir el menú, luego ajuste los controles deslizantes y vea el resultado haciendo clic en el botón “Adaptativa”.

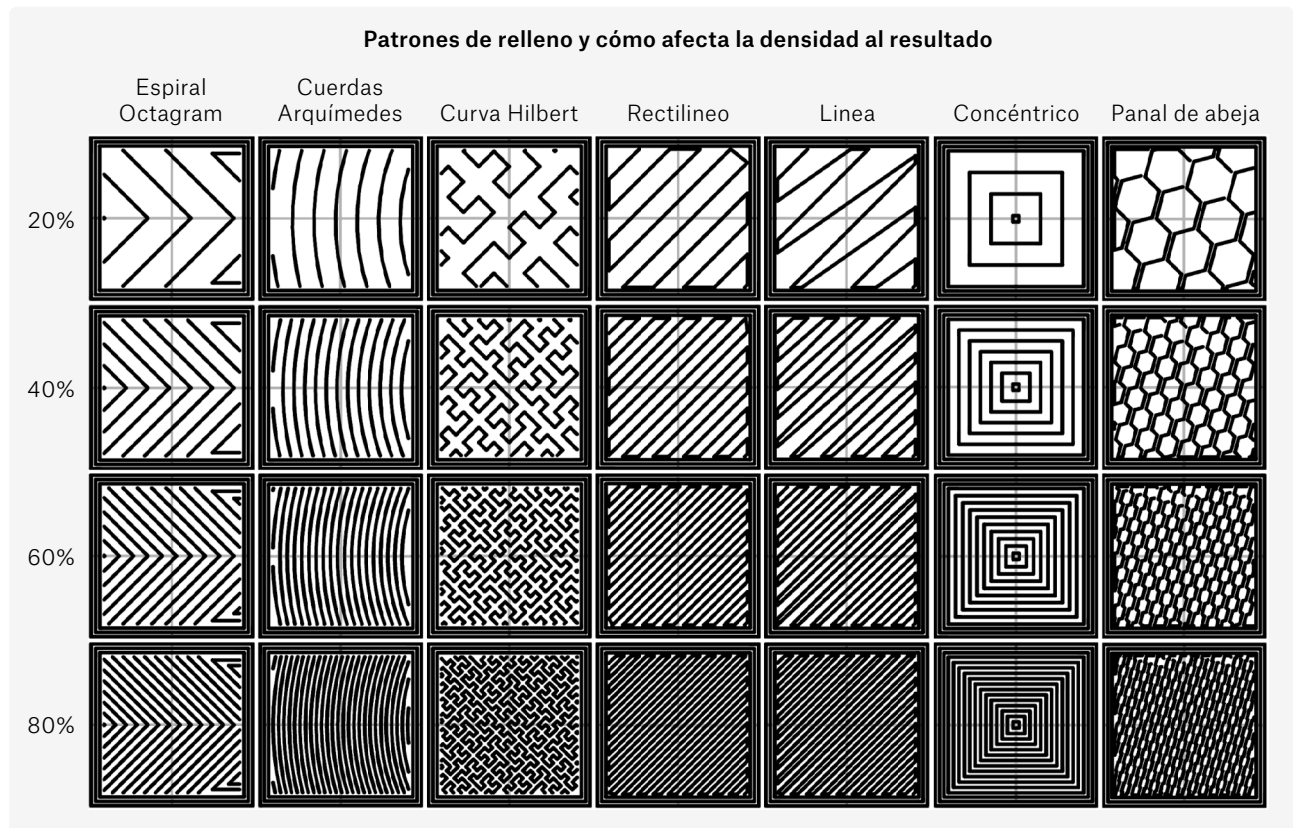
Cómo afecta la altura de capa a la superficie de la pieza



Paredes verticales / Perímetros – estas son las paredes exteriores del modelo y al ajustar las Paredes verticales, estamos ajustando cuántos perímetros necesitarán. El espesor de la pared resultante puede calcularse aproximadamente como: número de perímetros x diámetro de boquilla. Puedes aprender más sobre los perímetros en nuestra guía en prusa.io/perimeters.

Paredes horizontales / Capas macizas – se usa para configurar el número de capas inferiores y superiores del modelo que serán completamente macizas (relleno del 100%).

Relleno – afecta al tiempo de impresión, resistencia de la pieza impresa y a la cantidad de filamento consumido. El relleno se ajusta como un porcentaje, con el 0 % tenemos una pieza hueca. Normalmente, entre el 10 % y el 20 % está bien. También es posible cambiar el patrón a utilizar para el relleno (mira más abajo).



Soportes – las estructuras de soporte sustentan los voladizos o las piezas que empiezan en medio del aire. Los soportes se diseñan para que sean fáciles de retirar, pero pueden dejar marcas en el modelo. Nuestro objetivo es minimizar el número de soportes necesario girando (o incluso diseñando) la pieza para conseguir una orientación óptima, donde solo unos pocos (o ninguno) soportes sean necesarios. Menos soportes significa que la impresión será más rápida y la pieza impresa tendrá mejor aspecto. En este asunto, la introducción de los Soportes Orgánicos – un tipo de soportes significativamente mejorado que imita el crecimiento de los árboles – ayudó enormemente. Los Soportes Orgánicos permiten imprimir más rápido y desperdiciar menos filamento manteniendo el contacto con el voladizo.

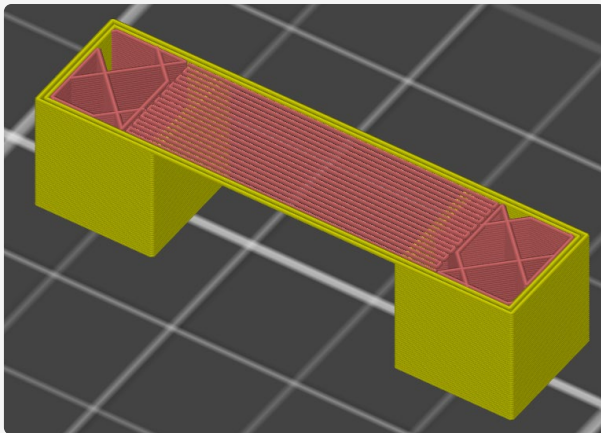


Puentes – este es el único caso en el que la impresora puede imprimir en el aire sin tener soportes debajo de esa capa. Aunque es un caso especial. El extrusor puede arrastrar el filamento fundido en línea recta entre dos puntos sólidos. Esto significa que el puente tiene que ser paralelo a la superficie de impresión. La máxima longitud de un puente también se ve afectada por lo bien que refrigere la pieza impresa tu impresora 3D.

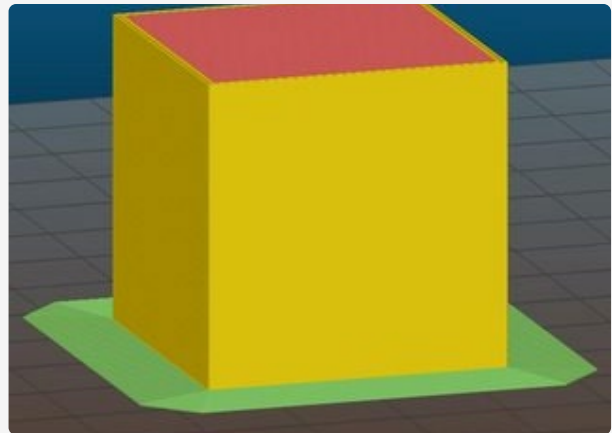
Borde – para incrementar la adherencia de la pieza impresa a la base (por ejemplo cuando se imprimen piezas pequeñas/estrechas), se recomienda usar un borde. Es una superficie plana adicional que evitará que la pieza se desprenda de la base a mitad impresión. Puede ser retirada fácilmente una vez terminada la impresión.

Falda – es un contorno impreso en 3D alrededor de todos los modelos en la cama de impresión. Se imprime al principio del trabajo de impresión antes de todos los objetos y su propósito es principalmente estabilizar el flujo del filamento a través de la boquilla. La falda también es útil para verificar la adhesión de la primera capa a la cama de impresión. Como se imprime antes que los modelos, puedes cambiar rápidamente el Ajuste en Vivo Z si ves que la primera capa no se adhiere bien o está demasiado aplastada por la boquilla.

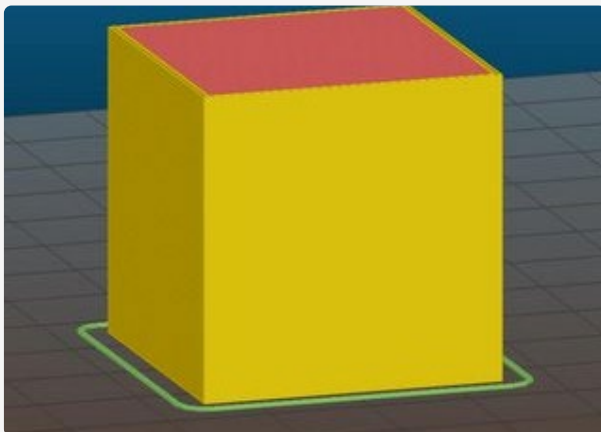
Balsa – es una clase especial de estructura de soporte, que levanta toda la piezas sobre la base de impresión. Se emplea principalmente con ABS, debido a que ayuda a prevenir el arqueado / levantamiento de la pieza de la superficie de impresión.



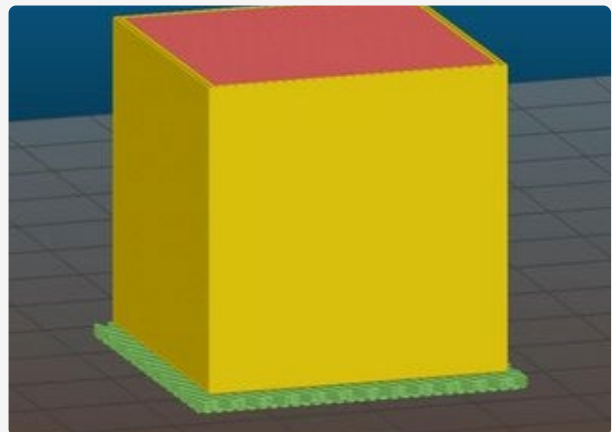
Puentes



Borde



Falda



Balsa

Enfriado – es aconsejable enfriar activamente las piezas impresas – especialmente las estructuras finas y altas, que no tienen tiempo suficiente para enfriarse por sí mismas, debido a que el extrusor tiende a permanecer en la misma zona por largos periodos de tiempo.

Ajustes avanzados

Los programas de laminado ofrecen un amplia gama de parámetros que puedes modificar y ajustar: velocidad para los perímetros, puentes, relleno y muchos otros. Estos ajustes vienen configurados de fábrica, así que no es necesario ajustarlos.

Puedes leer más sobre el laminado en nuestro artículo en prusa.io/prusaslicer.



Preparar la superficie de impresión es clave para el éxito de la impresión. Si la impresora no está calibrada correctamente, y la superficie no permite una buena adherencia, la impresión fallará. Siempre asegúrate de que la primera capa se pega bien a la superficie de impresión.

Preparando la superficie de impresión

El desarrollo de las impresoras 3D incluyó el uso de varias versiones de superficies de impresión. Originalmente, solo se usaba una base de vidrio o un espejo sin calentamiento adicional. Para incrementar la adherencia se usó el jugo de ABS (pequeños trozos de ABS disueltos en acetona). Otras opciones fueron la cinta kapton o la cola de papel (Kores). Esto significó que trabajar con la impresora se volvía un poco sucio. Luego, se descubrió la película PEI – y todo cambió. Puedes encontrar una superficie PEI en todas las impresoras 3D Original Prusa i3 a partir de la MK2. Esta superficie no necesita una preparación complicada – basta con mantenerla limpia y sin engrasar. Es compatible con una amplia gama de materiales y la única vez que tienes que usar pegamento Kores en barra es cuando vas a imprimir PET. En ese caso el pegamento actúa como un agente de liberación, ya que de otro modo la adherencia del PET sería demasiado elevada y sería muy difícil retirar la pieza de la base.

Hoy en día, existe una gran variedad de láminas de impresión para las impresoras 3D Original Prusa que ofrecen diversas propiedades de superficie, lo que las hace ideales para distintos tipos de materiales. Algunas pueden incluso afectar al aspecto visual de tu impresión – la lámina con recubrimiento en polvo texturizado transfiere su textura rugosa a la parte inferior de tus impresiones.

Comenzando la impresión

Iniciar una impresión supone enviar el G-code generado a la impresora 3D. Veamos qué opciones tenemos.

La impresora 3D necesita acceso continuo a las instrucciones secuenciales del código G durante todo el trabajo de impresión.

Por eso se recomienda utilizar una tarjeta SD o una unidad USB.

Las impresoras 3D modernas disponen de Wi-Fi, LAN y funciones de inicio remoto de la impresión, como la mayoría de los dispositivos. Sin embargo, los métodos tradicionales, como las tarjetas SD y las conexiones USB, están aquí para quedarse durante algún tiempo, al menos debido a su fiabilidad y facilidad de uso, incluso en entornos offline o redes cerradas o restringidas.

Otras opciones de gestión remota de impresoras son Prusa Connect u OctoPrint. Estas plataformas amplían las posibilidades de control y gestión de los procesos de impresión 3D a través de la interfaz de usuario del navegador web.

Post-procesado

Las piezas impresas se pueden usar una vez se ha terminado la impresión – esto se aplica a las piezas funcionales principalmente. Si tienes necesidades adicionales sobre la superficie de la pieza o sobre su aspecto en general, puede que necesites ajustar la superficie usando una serie de herramientas. A esto lo llamamos post-procesado.

El post-procesado incluye una gama de técnicas, materiales, herramientas y procedimientos con el objetivo de crear una superficie lisa, coloreada y con buen aspecto general. Los modelos impresos en plástico se pueden lijar (usar herramientas eléctricas de lijado normalmente conduce a daños al modelo ya que se generan altas temperaturas por un exceso de fricción), suavizar con masilla, rellenar, laminar, colorear con pintura acrílica o con aerógrafo... Sin embargo, añadir material adicional al modelo puede hacer que algunos detalles pequeños desaparezcan.



Puedes aprender más sobre el post procesado en nuestro artículo en prusa.io/postprocessing.

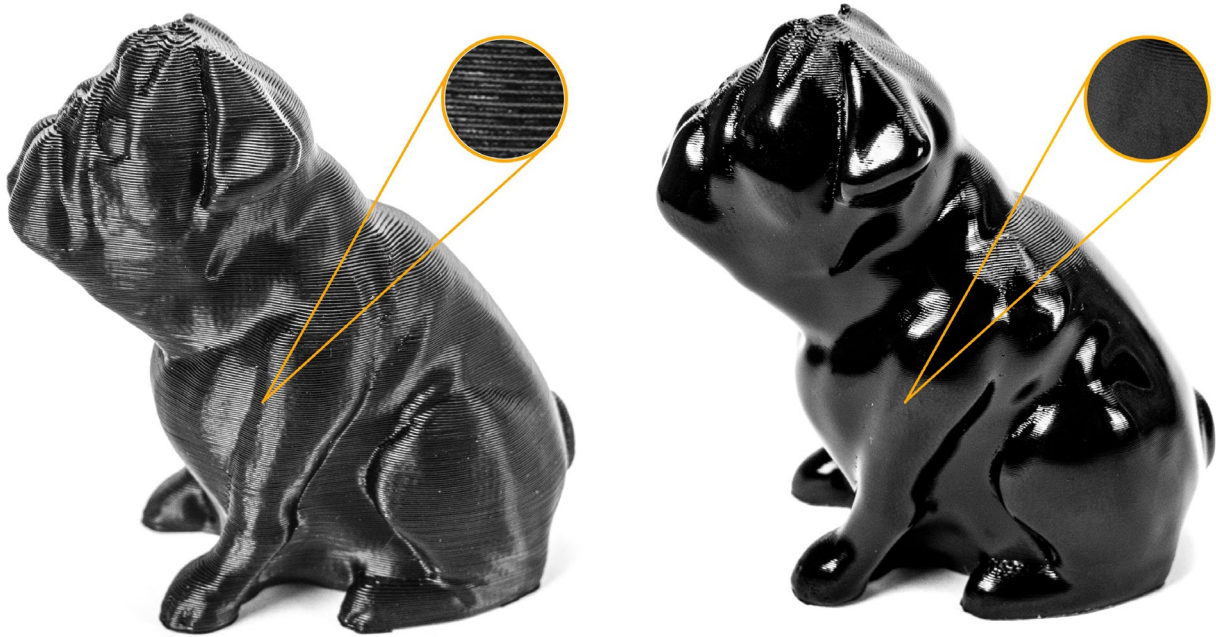


Pegar y suavizar modelos usando acetona

ABS y ASA son materiales solubles en acetona. Esto puede usarse para pegar piezas impresas juntas: humedece las superficies a unir con acetona y presiónalas juntas.

La acetona se puede usar también para suavizar la superficie de las piezas impresas. Puedes sumergir la pieza en acetona por un periodo breve de tiempo (5-10 segundos), o puedes colocar la pieza en un recipiente cerrado con un poco de acetona en el fondo – la pieza no tiene que tocar la superficie, pero los vapores de acetona suavizarán la superficie tras un tiempo.

Suavizar la superficie conduce a una pérdida de detalles pequeños.



¡CUIDADO!

La acetona es un líquido inflamable – asegúrate que la habitación está bien ventilada. Usa guantes y gafas de protección.

Más trucos:

- ➞ Los llamados ‘hilillos’ (pequeños pelos en la superficie) se pueden retirar fácilmente con una pistola de calor – sin embargo, hay que actuar rápido, puesto que un calor excesivo puede deformar la pieza.
- ➞ Materiales como el PLA o el PETG pueden pegarse con superglue. Puedes usar un activador para acelerar el proceso.



El PLA es un material soluble en cloroformo (triclorometano). Sin embargo, el cloroformo no es adecuado para suavizar las piezas impresas (como en la combinación ABS/Acetona), debido a que se come la superficie. El cloroformo se puede usar como cola para unir piezas, pero el superglue es una opción mucho mejor. El cloroformo es una sustancia peligrosa y tiene que manejarse con cuidado en zonas bien ventiladas.



FILAMENTOS

Conforme crecen en popularidad las impresoras 3D, los fabricantes también están creando nuevos filamentos con diferentes colores y propiedades especiales. Actualmente, la gama de filamentos disponibles es muy amplia y hay muchos materiales entre los que escoger: el PLA es fácil de imprimir y popular el PETG es universal y adecuado para piezas mecánicas, el PC Carbon Fiber es muy duro y resistente a la temperatura, materiales compuestos que imitan el aspecto de la madera o el bronce, filamentos que lucen en la oscuridad, materiales blandos y muchos otros.

Cada filamento necesita unos ajustes de impresión específicos, lo que significa que el mismo tipo de materiales de dos fabricantes distintos puede necesitar diferentes ajustes. Es incluso posible que el filamento de un mismo fabricante precise diferentes ajustes dependiendo del color (por ejemplo: PLA azul y rojo).

Para conseguir la mejor calidad posible durante la impresión, comprueba siempre la temperatura de impresión recomendada por el fabricante. Tenemos perfiles para la mayoría de los filamentos soportados en PrusaSlicer. Solo en caso de que las impresiones tengan problemas visibles, puedes empezar a ajustar el perfil del material en PrusaSlicer – esto incluye temperaturas, velocidades del ventilador, velocidad de impresión, flujo del filamento, retracciones y otros ajustes.

Los filamentos más utilizados son PLA, PETG y ASA. Explicaremos en qué se diferencian estos materiales y en qué situaciones son la mejor opción. Pero hay otros materiales interesantes en el mercado – de hecho, hay tantos materiales que la mejor forma de aprender sobre ellos es visitar nuestra Base de Conocimientos con guía de materiales o los sitios web de los fabricantes.

Si eres un principiante en la impresión 3D, lo más importante es que te empieces familiarizando con los materiales “básicos” y aprendas cuando son la mejor opción. El material más amigable es el PLA. Consideremos el filamento de PLA la referencia para nuestra guía y veamos cómo se compara con otros filamentos populares.



PLA

PLA es probablemente el material más empleado.

Hay un par de razones:

- ⇒ Es fácil de imprimir. ¿Qué significa en realidad? Muy buen acabado superficial y un acabado aceptable sobre soportes y en grandes voladizos. Muy bueno para imprimir modelos pequeños y detallados. No desprende olores desagradables durante la impresión.
- ⇒ Baja expansión térmica comparado con otros materiales. No se deforma, y se pega a la base de impresión muy bien. Por eso es adecuado para imprimir objetos grandes.
- ⇒ El PLA está disponible en una amplia gama de colores.
- ⇒ Es uno de los materiales más baratos.

¿Entonces por qué necesito otros materiales?

- ⇒ El PLA es duro y quebradizo. Tiene tendencia a romperse y resquebrajarse bajo presión.
- ⇒ El PLA no resiste altas temperaturas, se comienza a debilitar a partir de 60°C, lo que lo hace poco adecuado para imprimir piezas como un soporte de móvil para el coche.
- ⇒ Comparado con el resto de materiales populares, el PLA tiene la peor resistencia a la intemperie.

En estas tres situaciones, PETG y AS son mejores opciones.



PETG, ASA y PC (policarbonato)

Todos estos materiales son más flexibles que el PLA, lo que significa que se doblarán ligeramente bajo presión y no se romperán inmediatamente. En una escala del más fácil al más difícil de imprimir, PETG está entre el PLA y ASA/PC. El problema con el ASA y el PC es su expansión térmica. Estos materiales tienden a doblarse y arquearse durante la impresión, lo que hace que se despeguen de la base de impresión – especialmente en piezas grandes tiene una gran tendencia arquearse y doblarse, haciéndolos más difíciles de imprimir. Además, el ASA produce un olor muy apreciable durante la impresión, mucho más que PETG o PLA. También, comparado con el PLA, PETG tiene un acabado superficial más brillante, pero también una tendencia a crear pequeños hilillos durante el movimiento del extrusor.

¿Para qué va bien ASA / PC y en qué se diferencian?

ABS fue el primer material ampliamente disponible para impresión 3D. Conforme la industria evolucionaba, nuevos y mejorados materiales aparecieron en el mercado. ASA se considera el sucesor del ABS. La mayoría de las propiedades son las mismas, mientras que ASA es mejor en algunos casos. ASA es un material estable al UV y tiene una expansión térmica menor, lo que lo hace más fácil de imprimir (comparado con ABS). En general, el ASA y el policarbonato se consideran materiales técnicos. El ASA se considera el sucesor del ABS, el primer material ampliamente disponible para la impresión 3D.

El ASA es un material estable a los rayos UV, resistente al calor y tiene una expansión térmica ligeramente inferior, lo que facilita su impresión. Lo más popular del ASA es que se puede alisar utilizando vapores de acetona.

El policarbonato es ligeramente más difícil de imprimir, pero presenta una gran resistencia mecánica y química. Es ligeramente más difícil de imprimir que el ASA, pero funciona mucho mejor para imprimir piezas mecánicas y resistentes al calor que el PETG y el ASA.

Y esto cubre PLA, PETG, ASA y PC – estos son buenos materiales para la impresión 3D en general. Podrías querer algo más aún. Veamos que otros materiales se usan algo menos, pero que ofrecen algunas propiedades interesantes – aunque sus precios tienden a ser algo mayores.



FLEX (TPU/TPE/TPEE)

Los materiales flexibles son un gran grupo de filamentos especiales con propiedades flexibles. Estos materiales son similares a la goma – cuando los doblas no se rompen. Los materiales flexibles se fabrican con diferentes niveles de dureza. El más flexible es el más difícil de imprimir. Los filamentos flexibles se pueden usar para imprimir ruedas para modelos de radiocontrol, fundas de móviles, silentblocks. Sin embargo, ten en cuenta que las piezas impresas no tendrán la misma adherencia que la goma. En otras palabras, para coches de radiocontrol de altas prestaciones las ruedas compradas en la tienda darán mejores prestaciones.



Materiales compuestos

Los materiales compuestos, como los filamentos rellenos de madera/metal/carbono, constan de la parte principal de plástico y un material secundario mezclado en su interior. Sin embargo, estos filamentos suelen estar rellenos de materiales que mejoran sus propiedades mecánicas o estéticas. Los materiales compuestos más comunes están rellenos de fibras de carbono, pero también se pueden encontrar con fibras de vidrio, fibras de Kevlar, etc. Estas fibras ayudan a los filamentos a obtener una perfecta estabilidad dimensional sin deformación, mayor resistencia a la temperatura, resistencia a la abrasión, etc. (véase nuestro Prusament PC Blend Carbon Fiber). Sin embargo, estos materiales suelen ser más caros y es imprescindible utilizar una boquilla de acero endurecido.



Bronzefill y otros filamentos con polvo metálico



Bronzefill pulido

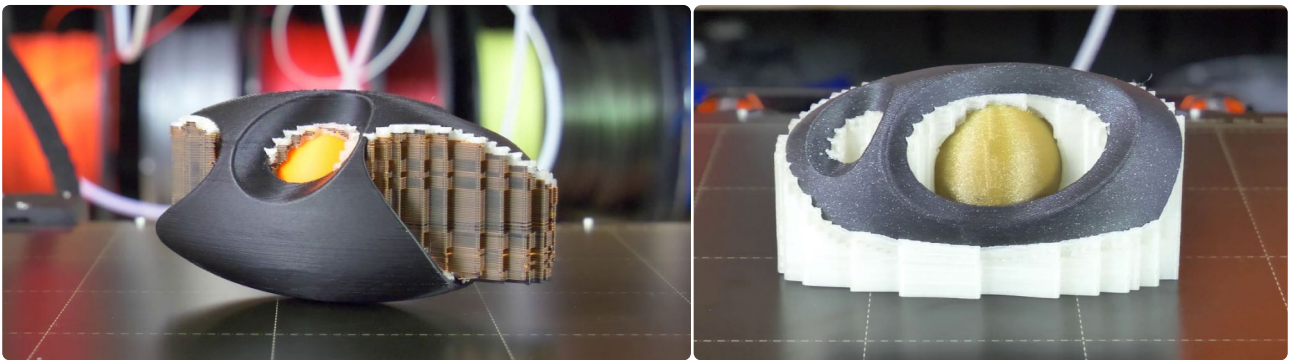
PVA y BVOH para soportes solubles

Normalmente, cuando se imprime un modelo, la práctica recomendada es orientarlo de modo que se minimice la necesidad de soportes. Sin embargo, no siempre es posible en todos los casos. En muchos casos, los soportes se imprimen del mismo material que el resto del modelo – y finalmente, cuando el modelo se ha impreso, se retiran rompiéndolos. La superficie encima de los soportes a menudo tiene restos del material arrancado, las capas pueden ser más visibles que en el resto de la pieza, etc.

Hay impresoras 3D que pueden imprimir con dos o más materiales al mismo tiempo (por ejemplo, nuestra impresora 3D Original Prusa con la Multi Material Upgrade 3 para varios materiales o una Original Prusa XL con varios cabezales de impresión, lo que abre la posibilidad de utilizar un material diferente para imprimir soportes: aquí es donde entran en juego los materiales solubles, como el PVA y el BVOH. Gracias a estos materiales, el parámetro de distancia al soporte (que se usa para facilitar la retirada del soporte convencional) ya no es necesario, porque ahora el material se disolverá en agua. Sin embargo, estos materiales son más caros que los filamentos convencionales. Es posible reducir el consumo de materiales solubles si se emplean tan solo en el punto de unión del soporte con la pieza impresa (un par de capas entre los soportes de material normal y la pieza impresa).

Los materiales PVA y BVOH trabajan mejor con el PLA, especialmente debido a su similar temperatura de impresión. Ambos PVA y BVOH son solubles en agua.

El HIPS es un material de soporte soluble en D-limoneno (lemonesol) o acetona y funciona mejor en combinación con PETG.



Otros materiales

PP – resistente a altas temperaturas comparado con ABS o PLA. Químicamente resistente, flexible, tiene problemas en adherirse a la superficie de impresión

Nylon – material resistente y tenaz con excelente adhesión entre capas. El nylon resiste a la fricción, así que es adecuado para piezas mecánicas, pero también es higroscópico (absorbe humedad del aire), lo que tiene un impacto negativo en la impresión.

PVB – material fácil de imprimir con ajustes similares al PLA, bueno para alisar superficies usando alcohol isopropílico. El PVB tiene buen aspecto y transparencia, pero escasas propiedades mecánicas y resistencia a la temperatura.



IMPRESIÓN 3D MULTICOLOR

Hasta ahora hemos estudiado la impresión 3D de un solo color. Así que la pregunta obvia es si es posible imprimir con varios colores a la vez. ¡Desde luego que sí! Hay más de una opción. Hay ventajas e inconvenientes en los métodos actuales, así que echémosles un vistazo.



¿Cuál es la diferencia entre impresiones multicolor e impresiones a todo color?

En nuestro caso, la impresión multicolor significa que una pieza impresa tiene de dos a cinco colores. Las impresoras a todo color pueden crear cualquier color, porque mezclan los colores CMYKW.

La forma más fácil de conseguir impresiones multicolor es haciendo cambios manuales de filamento durante la impresión. Esta es una buena opción para crear por ejemplo logos, escudos y tarjetas de visita.

- ⊕ No es necesario modificar tu impresora 3D.
- ⊕ No malgasta material.
- ⊖ Necesita realizarse de forma manual.
- ⊖ Solo un cambio de color por capa, no es posible tener más colores en una capa.



Si partimos de este método y lo llevamos un poco más allá, llegamos a la unidad Original Prusa MultiMaterial Upgrade 3S o bien al Mosaic Palette. Que son, en esencia, dispositivos que realizan el cambio de filamento de forma automática, incluso haciendo varios cambios en una misma capa.

- ⊕ Permitir cambios de filamento en una misma capa.
- ⊕ Se emplea el extrusor original (o ligeramente modificado) – no es necesario calibrar múltiples extrusores.
- ⊖ Material desperdiciado – la impresora tiene que ‘purgar’ el material de la boquilla durante los cambios de filamento.
- ⊖ Compatible con hasta cinco colores.
- ⊖ No es posible mezclar colores para crear nuevos tonos.



La impresión a todo color se puede realizar mezclando filamentos en el extrusor. El principio es similar a las impresoras de tinta, la única diferencia es que la tinta ahora son los filamentos. Sin embargo, una impresora 3D necesita algo más que filamentos de colores CMYK – es necesario también filamento blanco (W).

- ⊕ Cuatro o cinco filamentos son suficientes para imprimir a todo color.
- ⊕ Colores saturados.
- ⊖ Poco desperdicio de material.
- ⊖ Para conseguir buenos colores, se necesitan filamentos CMYKW “calibrados”.

También puedes conseguir impresión a todo color mediante una combinación de una impresora 3D y una impresora convencional (de tinta). La impresora de tinta combina los colores CMYK para conseguir la tonalidad deseada y el color se aplica a un filamento blanco, que absorbe las gotas de color.

- ⊕ Cualquier color es posible.
- ⊕ Solo necesita un filamento.
- ⊕ No se desperdicia material.
- ⊖ No es capaz de conseguir colores saturados.



IMPRESIÓN 3D MULTI-MATERIAL

Poder imprimir con varios colores es una cosa, pero combinar más materiales en una impresión es aún más interesante. De esta forma se pueden crear piezas funcionales o imprimir modelos con estructuras de soporte rompibles, solubles en agua o fácilmente desmontables.

Sin embargo, existen límites: La mezcla de materiales de impresión 3D depende de sus propiedades mecánicas y térmicas. Es un trabajo más adecuado para diseñadores experimentados e impresoras con varios cabezales de impresión, como la Original Prusa XL con cambiador de herramientas. Con hasta cinco cabezales de impresión, puede manejar hasta cinco materiales diferentes simultáneamente con un desperdicio mínimo o nulo.

Por ejemplo, esta resistente funda para transportar micrófonos está hecha de PETG, PLA y TPU.

- ⊕ Permite diversas combinaciones de materiales para proyectos únicos.
- ⊕ Ideal para piezas funcionales con diferentes propiedades de material.
- ⊕ Puedes realizar diseños intrincados con estructuras de soporte variadas.
- ⊕ Diseños visualmente atractivos y detallados.
- ⊕ Desperdicio de filamento mínimo o nulo.
- ⊖ Puede ser caro debido a las impresoras y materiales especializados.
- ⊖ El funcionamiento y la calibración son más complejos.
- ⊖ Compatibilidad de materiales limitada debido a las distintas propiedades.
- ⊖ Implica una curva de aprendizaje y es menos fácil de usar para los principiantes.
- ⊖ Residuos de filamento.



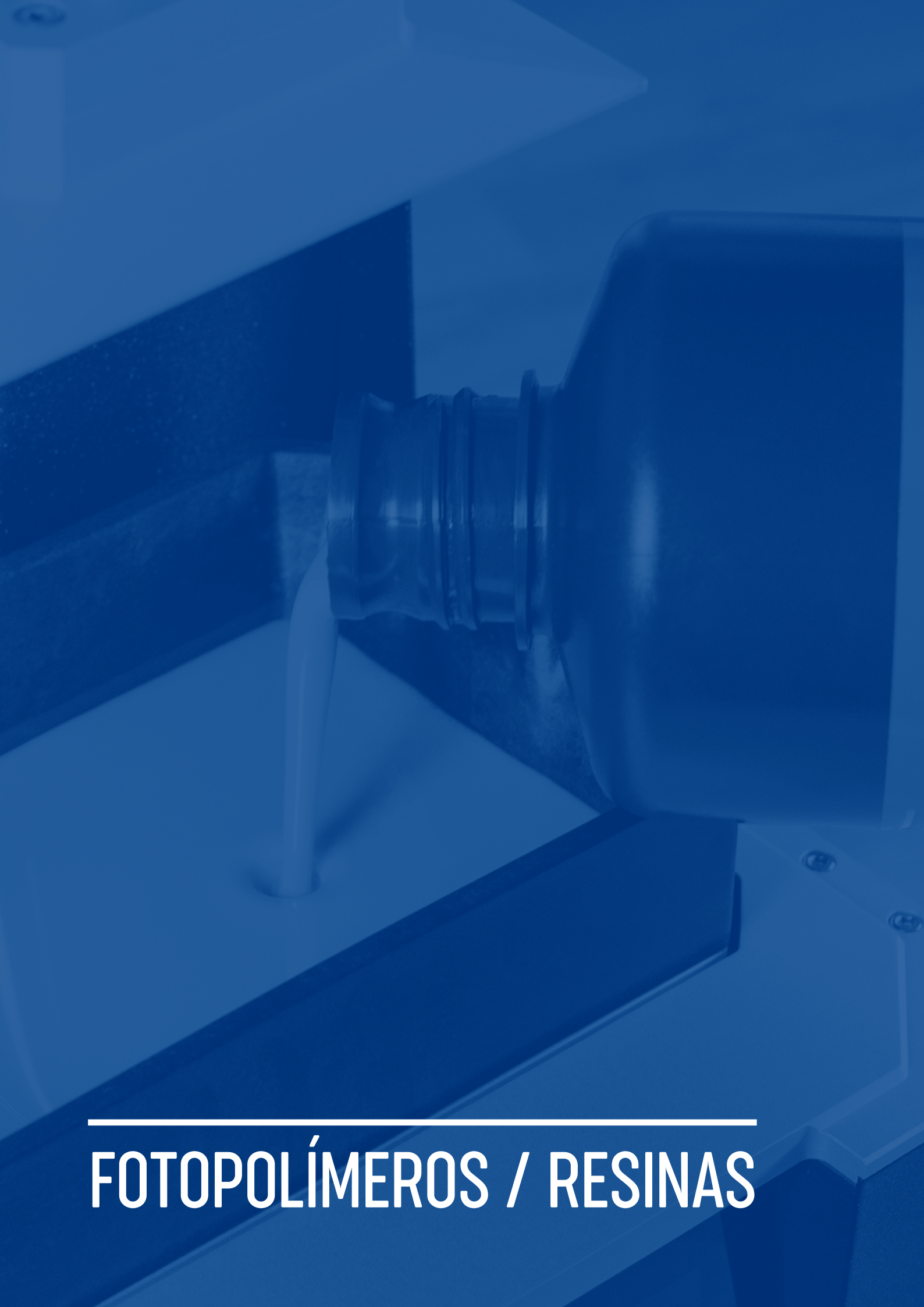
Aunque la impresión multicolor produce modelos llenos de color y elimina la pintura y otros pasos de posproducción, tiene dos inconvenientes importantes: tiempos de impresión más largos y residuos de plástico. Una impresora 3D de una sola boquilla debe cambiar de un color a otro mientras purga el filamento de transición que contiene una mezcla de ambos colores antes de reanudar la impresión con el nuevo color. Por este motivo, los métodos de impresión 3D multicolor como la Original Prusa MMU3 se basan en torres de limpieza o estructuras de purga para limpiar los extrusores entre los cambios de color. Otras impresoras 3D simplemente vierten el filamento purgado directamente sobre la mesa. Ambas son una fuente de residuos plásticos, aunque esta última es más considerable.

Hay varias formas de reducir los residuos de plástico: utilizar una impresora 3D con un cambiador de herramientas puede limitar los residuos a cero. Otros métodos incluyen la configuración avanzada del laminador – PrusaSlicer ha introducido la opción de limpiar el filamento directamente en el relleno. Esta integración reduce el consumo de material al limitar la cantidad de filamento que, de otro modo, iría a parar a la torre de limpieza. Otros esfuerzos para reducir los residuos en la impresión 3D van más allá de la optimización de la impresora y el filamento: por ejemplo, los ajustes de diseño, como minimizar los soportes y la orientación de la impresión, también pueden desempeñar un papel crucial.



Sostenibilidad en Prusa Research

Aplicamos continuamente medidas para reducir nuestra huella de carbono: los laterales de las bobinas de Prusament están hechos de plástico reciclado, producimos filamentos reciclados y utilizamos residuos de plástico para crear impresiones experimentales. También aplicamos continuamente medidas para beneficiar a nuestros clientes y al medio ambiente, como la mejora de la eficiencia de nuestros envases y la elección de socios de transporte con bajas emisiones. Y nuestras impresoras son actualizables y totalmente reparables. Comprueba nuestros progresos en Empresa–Sostenibilidad en [Prusa3d.com](https://www.prusa3d.com/es/sostenibilidad).



FOTOPOLÍMEROS / RESINAS

Las resinas (también llamadas Foto-polímeros o resinas sensibles al UV) son materiales para las impresoras 3D SLA. Las resinas son líquidos, que se curan (solidifican) mediante la exposición a la luz UV. Las resinas son bastante más caras que los filamentos, pero su precio puede variar según sus propiedades. La resina más económica puede costar unos 30 dólares el litro, pero materiales más avanzados puede costar hasta 400 dólares por litro – estas suelen ser resinas de uso dental o resinas calcinables. Las resinas Prusament cuestan unos 60 dólares y ofrecen una buena relación calidad-precio. Generalmente, las impresoras SLA son más frágiles que las impresoras FFF. Por otra parte, las piezas impresas por SLA no se fracturan por las líneas de capa – sino que por el contrario, se agrietan como el cristal.

Las resinas constan de tres tipos básicos de componentes:

- ➔ **El núcleo** de la resina (monómeros y oligómeros).
- ➔ **Fotoiniciadores** – moléculas que reaccionan con la luz UV, que inicial el proceso de solidificación.
- ➔ **Aditivos** – que cambiar el color y las propiedades de la resina.



Al comprar resinas, compruebe siempre a qué longitud de onda se produce el proceso de curado para garantizar una buena compatibilidad con tu impresora 3D. Nuestras SL1 y SL1S SPEED funcionan con resinas estándar de 405 nm.

Las diferencias solo surgen por la adición de aditivos y colorantes. Un parámetro típico que puede verse afectado por aditivos es el grado de dureza y tenacidad. La siguiente tabla resume los tipos de resinas tipos de resinas con sus ventajas e inconvenientes.

Tipo de material	Propiedades
Resina estándar	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Superficie lisa, mucho detalle ⊖ Frágil ⊖ No adecuada para piezas mecánicas
Resina clara	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Se puede convertir en totalmente transparente tras el post-procesado. ⊖ Semi-transparente
Resina calcinable	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Mucho detalle ⊕ Perfecta para preparación de piezas de fundición ⊕ Poco o ningún residuo después de quemar la resina
Resinas duras y resistentes	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Similares al ABS o al PP ⊕ Parcialmente flexible ⊕ Adecuada para piezas mecánicas ⊖ Baja resistencia a altas temperaturas
Resina resistente al calor	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Muy resistente a la temperatura ⊕ Usado para moldes de inyección ⊖ Caro
Resinas bio-compatibles	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ No-tóxicas ⊕ Adecuadas para la fabricación de implantes dentales ⊕ Resistentes a la abrasión ⊖ Caras
Resina flexible	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Material blando, muchos detalles ⊕ Alta fiabilidad de impresión y baja viscosidad ⊖ Deformación limitada ⊖ Material no reciclable

Ten en cuenta que las resinas líquidas son materiales tóxicos. Utiliza siempre equipo de protección, como guantes y gafas de seguridad, cuando trabaje con ellas. Debes saber que existen resinas en el mercado que contienen diversas cantidades de sustancias químicas altamente tóxicas. Te aconsejamos que estudies la ficha de datos de seguridad antes de utilizar la resina. A veces las resinas emiten un olor desagradable y la gente piensa que puede ser perjudicial para la salud. Por desgracia, no existe una correlación específica entre el mal olor y la toxicidad del filamento. Hay productos químicos seguros con mal olor y hay productos químicos inseguros con mal olor. Algunos proveedores venden resinas de bajo olor pero, de nuevo, toda sustancia nociva debe mencionarse en la ficha de datos de seguridad.

GLOSARIO

Puedes encontrar los términos más empleados y su explicación en la tabla siguiente.

Término	Descripción y explicación
Archivo amf/3mf	Es un formato de archivo usado por el programa de laminado para guardar toda una escena (los modelos, sus ubicaciones y los ajustes de impresión).
Fdm / fff	Es una tecnología de impresión 3D – proceso de fabricación aditiva. En filamento se carga en un extrusor, es calentado, fundido y extruido. La impresora tiene piezas que se mueven en los tres ejes, permitiendo la impresión de una pieza 3D.
G-code	Es un archivo que incluye una lista de órdenes para una impresora 3D.
Archivo obj	Es uno de los tipos de archivos soportado por los programas de laminado, similar al STL.
Pei	Una lámina sobre la superficie de impresión – proporciona buena adherencia y fácil mantenimiento.
Reprap	Es el primer proyecto de código abierto de una impresora 3D. Lo inició el profesor Adrian Bowyer en la Universidad de Bath en 2005. Ahora, el proyecto está en manos de la comunidad de impresión 3D – cientos de desarrolladores y decenas de miles de usuarios.
Resina	El material líquido usado por las impresoras 3D SLA. También llamado foto-polímero, debido a que el proceso de solidificación se inicia mediante luz UV.
Slr / dlp	Es una tecnología de impresión 3D que se basa en el curado de una resina líquida mediante luz UV.
Sls	Es una tecnología de impresión 3D basada en el sinterizado de partículas de material en polvo empleando un láser.
Archivo stl	Uno de los formatos de archivo soportados por los programas de laminado. Define un conjunto de puntos (vértices) en un espacio 3D, que se conectan para formar aristas y triángulos. Es el tipo de archivo más común en la industria de impresión 3D.
Base de impresión, base calefactable	La superficie de impresión, normalmente equipada con un elemento calefactor para mejorar la adherencia.
Puentes	Son el único caso en el que imprimir sobre el aire sin soportes es posible, sin embargo, solo funciona en ese caso. El puente crea una línea recta entre dos puntos a la misma altura en el eje Z. Esto significa que el puente tiene que ser paralelo a la base de impresión.

Borde	Es el material extra que se añade alrededor de una pieza para incrementar su adherencia – especialmente útil para piezas pequeñas.
Extrusor	El cabezal de impresión completo. Normalmente consiste en un fusor, un mecanismo de alimentación y un ventilador.
Filamento	Es el material empleado en las impresoras 3D FDM/FFF.
Firmware	Es el programa que ejecuta la placa que controla la impresora 3D.
Heat break	Una parte del fusor que tiene forma de tubo, que minimiza la transferencia de calor entre el bloque calentador y el disipador.
Bloque calentador	Es la parte inferior del fusor hecha de material conductor del calor. Contiene una boquilla, un elemento calefactor y un termistor.
Cartucho calentador	El elemento calefactor, que calienta el bloque calentador y la boquilla.
Fusor	Pieza del extrusor que funde el filamento.
Relleno	Ajuste del laminado que determina la densidad de la estructura interna de la pieza impresa. El 100% significa una pieza maciza. El valor habitual oscila entre el 10 y el 20%. Este parámetro tiene un gran impacto en el tiempo de impresión y en la cantidad de material usado.
Capa	Una capa de la pieza creada por el proceso de laminado. La altura recomendada no debería exceder 0,75 x el diámetro de la boquilla. Tiene un gran impacto en la velocidad de impresión. Cuanto menor sea, mayor será la resolución en el eje Z.
Malla	Una forma de representar un modelo 3D. Un conjunto de vértices, aristas y polígonos (facetas) en un sistema cartesiano de coordenadas tridimensional.
Boquilla	Una pieza de la impresora 3D usada para extruir el plástico fundido. Su diámetro afecta a la calidad y velocidad de impresión. Puedes aprender más en: prusa.io/nozzles .
Sobre-extrusión	Un error de impresión 3D – se empuja a través de la boquilla una cantidad excesiva de filamento lo que produce una superficie desigual en la pieza impresa.
Perímetro	La “pared” exterior de una pieza. Los programas de laminado nos permiten escoger el número de perímetros. El ancho de cada perímetro es definido por el diámetro de la boquilla. Una boquilla de 0,4 mm da un perímetro de 0,45 mm. El número de perímetros tiene un gran impacto en el tiempo de impresión.

Balsa	Un tipo de soporte que está presente bajo toda la primera capa de la pieza impresa.
Retracción	Una instrucción que causa que el filamento se retraiga de vuelta a la boquilla cuando se va a mover el extrusor. Al hacerlo, el flujo de material fundido se detiene y deja de caer sobre el modelo. Valores de retracción incorrectos pueden manifestarse como hilillos (vea 'hilillos').
Falda	Es una línea alrededor de la pieza impresa, normalmente de varias capas de altura. Crea un microclima para el modelo impreso y disminuye la posibilidad de que se doble, arquee o agriete. También se puede usar para calibrar la altura de la primera capa.
Laminador	Es el programa que convierte un modelo 3D en el código máquina legible por las impresoras 3D (G-code). Hay diversos programas de este tipo en el mercado, algunos son gratuitos, mientras que otros son de pago – PrusaSlicer, Cura, Simplify3D, etc. No se trata de programas de modelado.
Laminado	Es el proceso de convertir un modelo 3D en una secuencia de código máquina legible por la impresora 3D. El proceso 'lamina' el modelo en capas horizontal de altura definida y crea las instrucciones de movimiento para el extrusor.
Hilillos	Un efecto no deseado que se manifiesta como finas hebras de plástico ('hilillos') en la superficie de la pieza. Ajustar la retracción suele ayudar.
Soportes	Estructuras tipo andamio usadas para imprimir piezas complejas que tienen importantes voladizos o piezas que comienzan en medio del aire. Los soportes se imprimen con ajustes especiales para que se puedan retirar con facilidad de la pieza impresa. Sin embargo, los soportes en FFF/FDM suelen dejar marcas en la superficie.
Termistor	Sensor térmico. Usado para comprobar y ajustar la temperatura del fusor y de la base calefactable.
Infra-extrusión	Un problema de la impresión 3D que sucede cuando se empuja a través de la boquilla una cantidad insuficiente de filamento, se manifiesta como capas/piezas ausentes en el modelo impreso. Si los ajustes de temperatura son correctos, la causa suele ser una boquilla taponada.



FAQ

¿Qué es la impresión 3D?

La impresión 3D es un proceso automatizado, que permite fabricar objetos materiales basado en datos digitales (modelo 3D).

¿Cuánto cuesta usar un impresora 3D?

El mayor coste viene del material (filamentos). El precio de imprimir una sola pieza depende principalmente de su peso. 1 Kg de filamento normalmente cuesta unos 20-30 dólares. El consumo de energía es similar al de una bombilla de 100W. El mantenimiento de una impresora 3D es bastante barato y normalmente es de menos de un par de docenas de dólares.

¿Para qué sirve una impresora 3D?

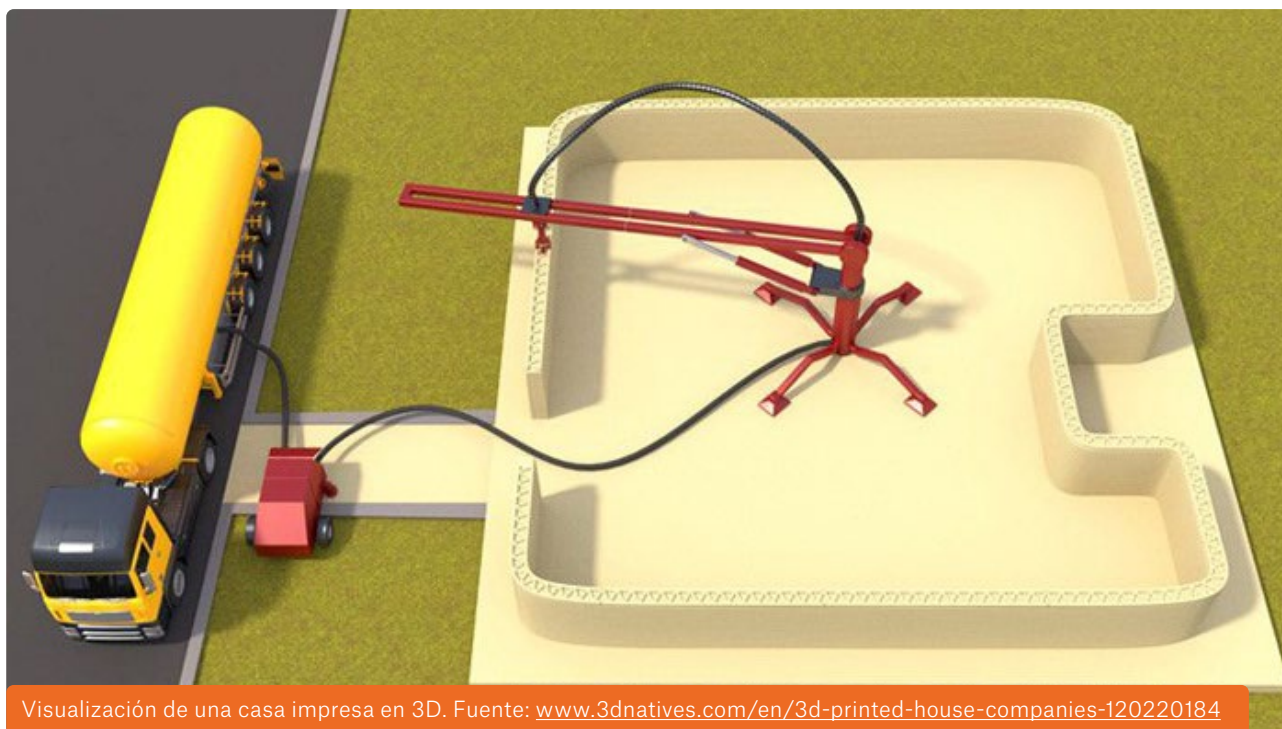
Prototipado rápido, fabricación de modelos personalizados, producción de pequeñas series – costes menores (y también menor calidad) comparado con el moldeo por inyección.

¿Se puede considerar la impresión 3D una tecnología verde?

La impresión 3D es un método de fabricación aditiva, lo que significa que se añade material a una superficie vacía para crear un objeto. Su opuesto directo es la fabricación sustractiva, que se basa en eliminar material de un objeto existente (por ejemplo, la carpintería). Esto significa que la impresión 3D produce menos residuos. Otra ventaja es que con la impresión 3D podemos reparar cosas que de otro modo se tirarían. También existen materiales de PLA y PETG reciclados que están hechos al 100% de PLA y PETG reciclados.

¿Es posible imprimir una casa?

Si, ya existen varios casos de éxito usando cemento o materiales similares. Funciona de la misma forma que la impresión 3D con plásticos.



Visualización de una casa impresa en 3D. Fuente: www.3dnatives.com/en/3d-printed-house-companies-120220184

¿Se pueden imprimir órganos humanos?

Todavía no. Sin embargo, científicos de todo el mundo están trabajando duro para hacerlo posible. Hay nuevas noticias sobre este tema casi cada día. El problema (y el reto) es el hecho de que los órganos humanos son increíblemente complejos y dependen de otros órganos. Los científicos están centrados en imprimir tejidos para los órganos más sencillos, de momento.

¿Puedo imprimir piezas mayores que la superficie de impresión?

Si, es posible partir un modelo en varios trozos y pegarlos una vez impresos.

¿Cuál es la diferencia entre las tecnologías FFF y SLA?

La impresión 3D FFF (o FDM) utiliza filamento como material de partida – un filamento de plástico. El material se funde y extruye a través de una boquilla, que forma parte del extrusor. SLA se basa en solidificar una resina líquida por la acción de luz UV. Las piezas impresas por impresoras 3D FFF tienen capas más visibles comparadas con las de SLA. Por otra parte, la impresión SLA tiene varios inconvenientes – tales como el uso de resinas líquidas, que son químicos potencialmente dañinos.

¿Qué tipo de material se usa para la impresión 3D FFF?

Diversos tipos de plásticos, en algunos casos con aditivos. Los filamentos más populares y utilizados son PLA y PETG. Sin embargo, puedes elegir entre una amplia gama de materiales avanzados (más duraderos), como ASA, PC Fibra de Carbono y Nylon.

¿Cuanto tarda imprimir una pieza?

Es una pregunta sencilla pero difícil de responder. Depende de muchos factores: fundamentalmente, el tamaño de la pieza, pero también la densidad del relleno, el número de perímetros, las tapas inferior y superior, el diámetro de la boquilla, la altura de capa, la complejidad del modelo, la cantidad de soportes y otros factores. Imprimir una pieza de 5 cm de altura tardará un par de horas. Sin embargo, con modelos grandes y complejos, fácilmente puedes necesitar docenas de horas de impresión. La mayoría de programas de laminado nos dan una estimación del tiempo de impresión.

¿Qué hacemos con las bobinas vacías?

Deshacernos de ellas como basura de plástico. Desafortunadamente, no es posible (por una serie de razones) devolverlas a los fabricantes. Si no quieres tirarlas, puedes usarlas para una variedad de proyectos – mira nuestro artículo en: prusa.io/spools

¿Es posible imprimir comida?

Si, aunque pueda parecer sorprendente. Necesitarás una impresora especialmente modificada (hay varias dentro de la familia RepRap) y puedes imprimir con chocolate, o incluso imprimir tortitas directamente sobre una sartén.

¿Puedo imprimir vasos y platos para comer con ellos?

Si, ¡pero hay un par de cosas a tener en cuenta! PETG y PLA son plásticos inofensivos que pueden estar en contacto con la comida. Sin embargo, no es aconsejable usar piezas impresas para comer o beber sin haberlos post-procesado primero. Los pequeños huecos son perfectos para que se acumulen bacterias y son difíciles de limpiar bien. Antes de empezar a beber de una taza impresa, usa epoxy de uso alimentario para recubrir sus paredes.

¿Cómo se mide la velocidad de una impresora 3D?

Aunque muchas impresoras 3D afirman imprimir a velocidades increíbles, la realidad es que estas cifras anunciadas son principalmente teóricas. Para evaluar la velocidad de una impresora 3D con precisión, se recomienda descargar el programa laminador del fabricante y comprobar el tiempo que calcula para los ajustes preferidos. La forma más fiable de comparar impresoras 3D sigue siendo su historial de fiabilidad y los comentarios de la comunidad.

¿Puedo imprimir juguetes eróticos?

Si, pero más bien sólo para mostrarlos. Pasa lo mismo que con el material de cocina (tazas, platos) – hay pequeños huecos entre capas donde las bacterias tienden a acumularse. Es posible post-procesar la pieza y darle un recubrimiento para crear una superficie inofensiva.

¿Es posible imprimir una pistola?

En teoría, sí. Si trabajas el post-procesado, puede tener una apariencia bastante real. ¿Pondrías un cartucho de verdad en una pistola de plástico y apretarías el gatillo? ¿No? ¡Nosotros tampoco! La pistola de plástico podría estallar en tus manos y herirte. Además, sería imposible pasar con esta pistola a través de un detector de metales, porque el cartucho dispararía la alarma de todos modos. Así que puede que pienses “¿Y si uso polvo metálico (impresión SLS)?” Si, eso sería posible en teoría. Sin embargo, ese escenario carece de sentido debido al elevado precio de la fabricación. Si quieres hacer un arma en casa, un simple torno es más que suficiente.

Principios básicos de impresión 3D con Josef Prusa

Ondřej Stráteský

Publicado por:

Prusa Research a.s.
Partyzánská 188/7a
170 00 Prague
República Checa

Co-autores:

Josef Průša, Martin Bach

Diseño gráfico y tipografía:

Petr Memory Dragoun

Traducido por:

Jan Olejník, Miguel Sánchez

Primera edición, Praga 2020