Trainers for Visually Impaired Students Introduce 3D Printing

Tutorial Módulo 4
Uso independiente de las impresoras FDM

Tutorial para el curso de formación T4VIS-In3D

Publicado por el
Consorcio del proyecto T4VIS-In3D

El proyecto "T4VIS-In3D" fue cofinanciado por el programa "ERASMUS+" de la Comisión Europea.

El apoyo de la Comisión Europea para la producción de esta publicación no constituye una aprobación del contenido, el cual refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en la misma.

Este tutorial ha sido publicado por el consorcio del proyecto T4VIS-IN3D.

Licencia

"Trainers for Visually Impaired Students Introduce 3D Printing" está protegido por la siguiente licencia: **Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)**

Impreso:

Agosto 2021 por Berufsförderungswerk Düren gGmbH

El consorcio del proyecto T4VIS-In3D:

Berufsförderungswerk Düren gGmbH (Coordinador del proyecto)
Karl-Arnold-Str. 132-134, D52349 Düren, Alemania, http://www.bfw-dueren.de

Fundación ASPAYM Castilla y León
C/ Severo Ochoa 33, Las Piedras 000, 47130, Simancas Valladolid, España, https://www.aspaymcyl.org/

Hilfsgemeinschaft der Blinden und Sehschwachen Osterreichs
Jagerstrasse 36, 1200 Viena, Austria, https://www.hilfsgemeinschaft.at/

Instituttet for Blinde og Svagsynede, IBOS
Rymarksvej 1, 2900 Hellerup, Dinamarca, https://www.ibos.dk

Istituto Regionale Rittmeyer per i ciechi di Trieste
Viale Miramare 119, 34136 Trieste, Italia, http://www.istitutorittmeyer.it/

NRCB
24 Landos Str., Plovdiv, 4006, P. Box 11, Bulgaria, http://www.rehcenter.org

Índice de contenidos

Índice de contenidos 3
1 General 4
2 Puesta en marcha de las impresoras FDM 4
2.1.1 Encender la máquina y transferir los datos de impresión 4
2.2 Ajuste de la cama de impresión 6
2.3 Calentamiento de la placa de impresión, el extrusor y el alimentador de filamento 8
2.4 Inicio de la impresión ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
3 Desmontaje del componente de la placa de presión 10
4 Desmantelamiento de las impresoras FDM 13
4.1 Mantenimiento de la impresora 13
5 Error de impresión ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
5.1 Falta de adherencia de la placa de construcción 14
5.2 Deformación 17
5.3 Pata de elefante 17
5.4 Sobreextracción y subextracción 19
6 Lista de cifras 21

1 General

El desarrollo técnico de las impresoras 3D avanza rápidamente. Los dispositivos son cada vez más fáciles de usar y cómodos. Cada vez más, las funciones de configuración y ajuste son asumidas por los propios dispositivos. Cuanto más caros son los dispositivos, mayor es la gama de funciones.

Para el funcionamiento de una impresora 3D, el manual de usuario correspondiente proporciona instrucciones detalladas e información de seguridad. Además, todos los fabricantes ofrecen foros de usuarios en línea en los que los problemas con el aparato suelen solucionarse más rápidamente que a través de la asistencia telefónica correspondiente.

Este tutorial sólo cubrirá el funcionamiento básico de las impresoras FDM y los fundamentos para configurarlas correctamente.

2 Puesta en marcha de las impresoras FDM

Los pasos esenciales para la puesta en marcha de una impresora FDM:

1. Encender la unidad
2. Insertar el soporte de datos con el archivo GCode en la unidad
3. Compruebe el ajuste del lecho de impresión y reajústelo si es necesario
4. Calentar el extrusor hasta la temperatura de impresión del filamento (ver hoja de datos del filamento).
5. Caliente el lecho de impresión a la temperatura requerida (consulte la hoja de datos del filamento).
6. Coloque el rollo de filamento en el soporte de filamento
7. Inserte el filamento en el tubo de filamento hasta que sobresalga unos 5 cm.
8. Introduzca el filamento en el alimentador de filamento del extrusor y cárguelo mediante los menús hasta que salga el color del filamento.
9. Retire el filamento filtrado del lecho de impresión y de la boquilla del extrusor con unas pinzas
10. Comenzar a imprimir

2.1 Encender la máquina y transferir los datos de impresión

Las impresoras FDM tienen su propia electrónica, que suele estar basada en ordenadores monoplaca Arduino. Estos ordenadores se utilizan para controlar los componentes electrónicos y pueden ampliarse con placas adicionales. Entre ellos se encuentran, por ejemplo, las pantallas LCD que controlan la impresora. Dependiendo del nivel de expansión, la mayoría de las impresoras FDM tienen una conexión USB-B y USB-A y posiblemente una ranura para tarjetas SD. Los dispositivos más caros están cada vez más equipados con interfaces Ethernet y WiFi. Por lo tanto, la transferencia de archivos GCode varía de un dispositivo a otro.

Figura 1Interfaces USB y SD para la transferencia de datos

Para evitar la pérdida de datos o errores de lectura de la electrónica, se recomienda insertar el soporte de datos antes de encender la unidad. Como la electrónica se pone en marcha tras el encendido, lee automáticamente los soportes de datos existentes.
Debido a la electrónica utilizada, la tensión de funcionamiento de las unidades es de 12V DC. Por ello, se utilizan fuentes de alimentación externas o integradas en la unidad. Para evitar sobretensiones en el encendido, se suelen instalar fusibles reemplazables de accesorios de automóvil entre la fuente de alimentación y la electrónica.

Figura 2Fusible de la fuente de alimentación (retirado)

La impresora se enciende a través de un interruptor de encendido en la impresora. Tras pulsar este interruptor, pueden pasar hasta cinco segundos hasta que la

pantalla se ilumine. Si no es así, hay que comprobar que la conexión del enchufe es correcta. Si esto no da resultado, compruebe el mencionado fusible. Si este fusible se funde con frecuencia, la fuente de alimentación debe ser sustituida. Especialmente en el caso de las impresoras de bajo coste, se trata de productos baratos y, por tanto, propensos a fallar con un uso frecuente. Como estas fuentes de alimentación también consumen constantemente energía en modo de espera, es aconsejable conectar una regleta con protección contra sobretensiones delante de ellas.

2.2 Ajuste de la cama de impresión

El ajuste de la cama de impresión significa el ajuste correcto de la distancia entre la boquilla del extrusor y la parte superior de la cama de impresión. Esta distancia suele ser de entre 0,3 y 0,5 mm para aperturas de boquilla de 0,4 mm. Sin embargo, los parámetros exactos se pueden encontrar en el manual.

La separación precisa de las boquillas es extremadamente importante para una buena adhesión del filamento a la plancha de impresión. Si la distancia es demasiado amplia, el filamento no se adherirá lo suficiente y el componente puede desprenderse de la placa de construcción o mostrar un desnivel en la parte inferior.

Si la distancia es demasiado pequeña, el filamento no se aplicará con suficiente grosor. Esto también puede conducir a una adhesión insuficiente de la primera capa, pero también a un bajo espesor de la misma. Las capas posteriores a veces muestran surcos porque el filamento es "borrado" por la boquilla caliente.

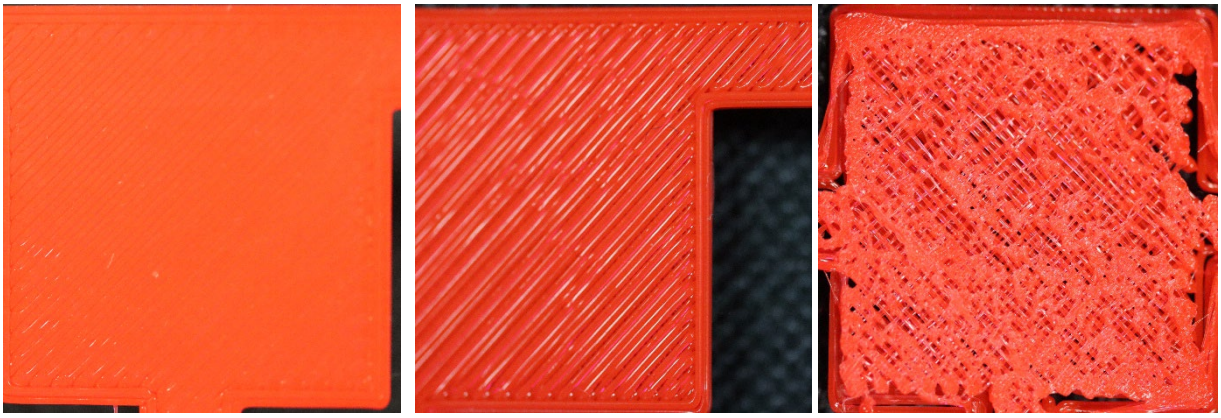

Figura 3Nivelación de izquierda a derecha: distancia correcta, demasiado amplia, demasiado cercana

Las impresoras FDM están cada vez más equipadas con un sensor de nivelación que mide la distancia correcta mediante un sensor y ajusta la distancia. Sin embargo, esto requiere que la placa de impresión esté plana en toda el área de impresión y tenga la misma distancia a la boquilla en cada posición. Esto se suele conseguir girando manualmente los tornillos de los muelles situados debajo de la placa de construcción. Para ello, la boquilla debe desplazarse a diferentes posiciones X e Y de la placa de impresión y comprobarse en la posición Z0 mediante una galga de espesores.

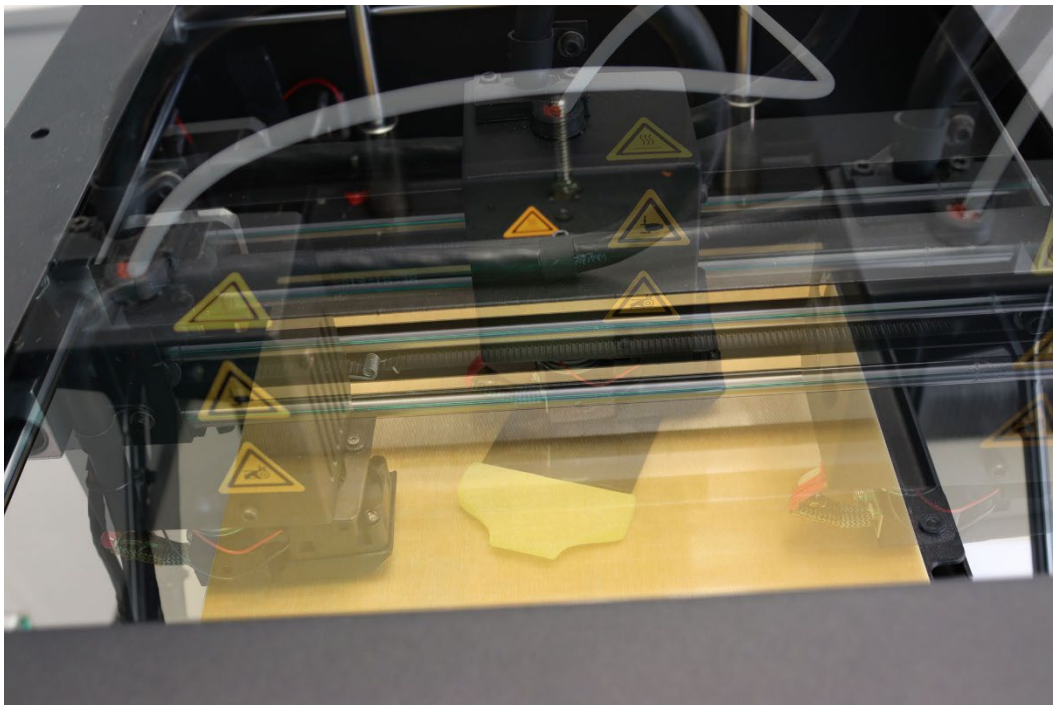

Figura 4Comprobación de la distancia de la boquilla en varias posiciones

Si la distancia es demasiado grande o demasiado pequeña, el panel del edificio se eleva o se baja girando los tornillos del muelle en la posición respectiva.
La distancia correcta se alcanza cuando se siente una ligera resistencia al empujar la galga bajo la boquilla.

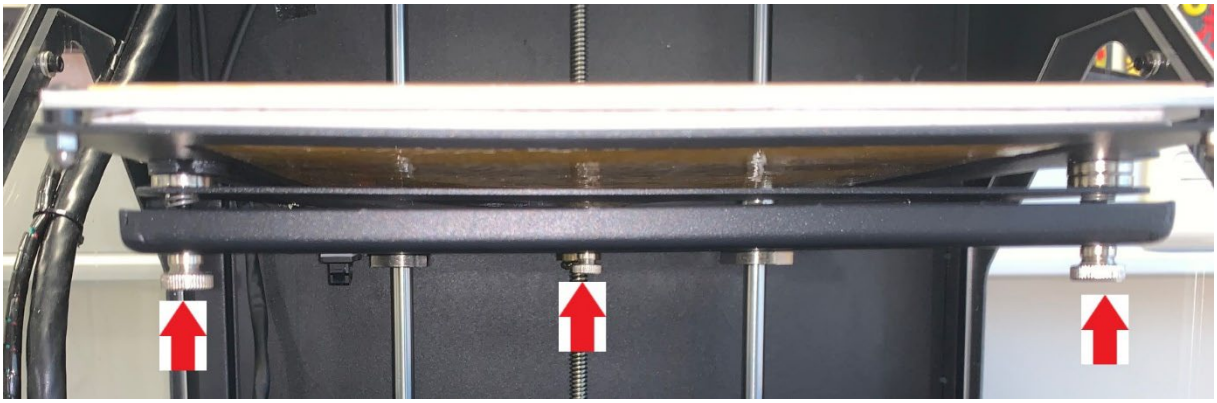

Figura 5Ejemplo de tornillos de ajuste

Una vez realizado este ajuste, los sensores de nivelación funcionan de forma fiable. Incluso sin este componente, se pueden iniciar otras impresiones sin necesidad de reajustarlas. Tras el transporte, el cambio de la placa de construcción o el impacto

mecánico, es necesario el reajuste. Muchas impresoras FDM ofrecen un menú de ajuste.

2.3 Calentamiento de la placa de impresión, el extrusor y el alimentador de filamento

Antes de comenzar la impresión, el filamento deseado debe ser colocado en el soporte de filamento de la impresora. Como el filamento suele suministrarse en rollos, los soportes se proporcionan como un dispositivo cilíndrico en la carcasa de la impresora. Hay que tener cuidado de que los filamentos salgan del rollo a través del motor paso a paso de la extrusora sin resistencia ni nudos. Especialmente con los filamentos de 1,75 mm de diámetro, a menudo se producen nudos en el bobinado. Por lo tanto, para los trabajos de impresión largos, es aconsejable rebobinar los rollos de filamento manualmente de antemano.

Antes de iniciar la impresión, el filamento debe introducirse en el extrusor. Sin embargo, para ello es necesario precalentar la boquilla, ya que los residuos de filamento del trabajo de impresión anterior se han endurecido en la boquilla de impresión. El nuevo filamento sólo puede ser transportado a la boquilla cuando ésta se calienta y los restos de filamento se vuelven viscosos. Además, la placa de impresión debe precalentarse a la temperatura prevista para el filamento. Las impresoras FDM sin placa de impresión calefactada rara vez se venden, ya que con ellas sólo se puede procesar el PLA.

Casi todos los fabricantes proporcionan su propio menú de pasos para este proceso, que más o menos automatiza el procedimiento.

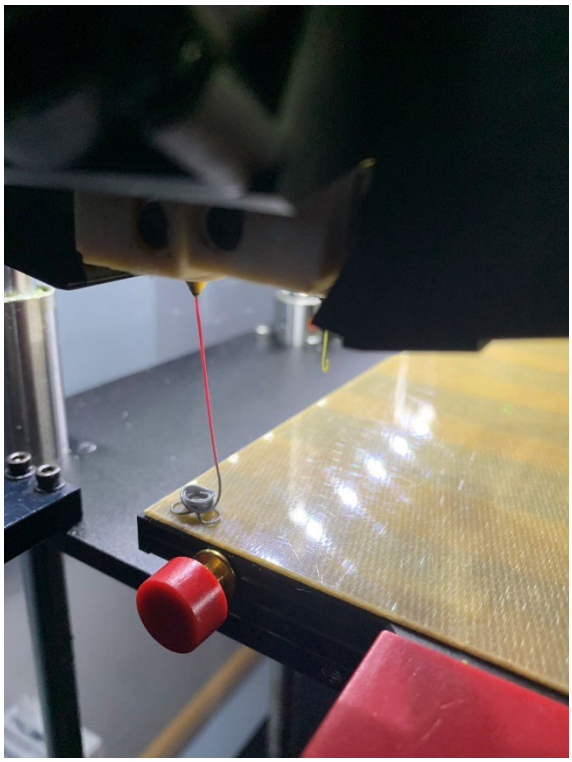

Figura 6Carga del filamento

En cuanto el nuevo filamento sale de la boquilla, el proceso de carga se detiene. El filamento emergido debe ser retirado de la boquilla con unas pinzas antes de comenzar el trabajo de impresión para asegurar un inicio de impresión limpio.

2.4 Iniciar el proceso de impresión

Iniciar el proceso de impresión es una operación sencilla. Siempre que el archivo correcto esté presente en el medio de almacenamiento, la orden de impresión se ejecuta a través del menú y se selecciona el archivo de impresión en cuestión. La impresora entra entonces en el modo de impresión. Los parámetros de impresión se ajustan y se muestran en la pantalla. El nivel de detalle de la pantalla depende del tamaño de la misma y va desde la visualización de la temperatura de los componentes, el tiempo de impresión, el progreso de la impresión hasta la visualización gráfica del componente impreso.

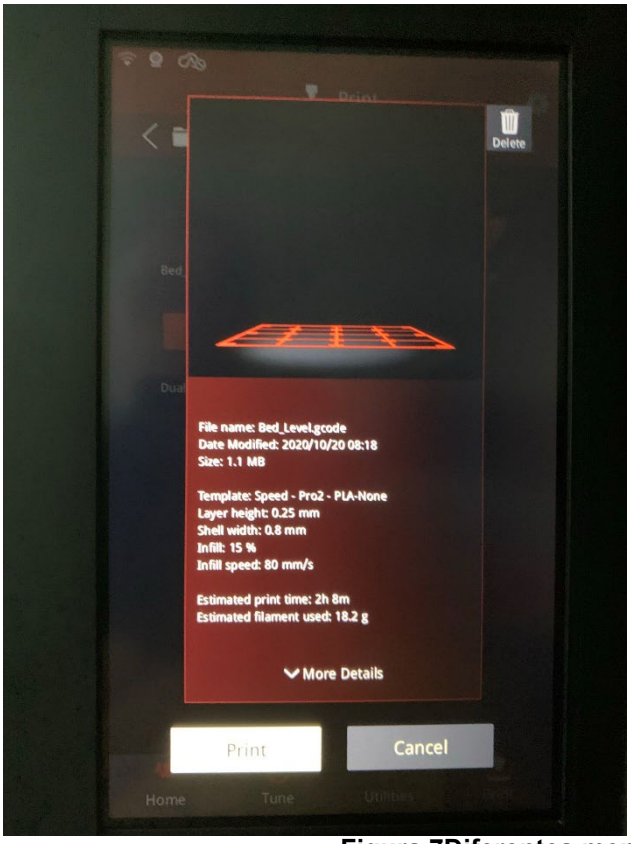

Figura 7Diferentes menús de impresión

Antes de empezar a imprimir, hay que volver a eliminar los restos de filamento de la boquilla. En cualquier caso, hay que controlar la adherencia de la primera capa de impresión. Si al inicio de la impresión ya se observa el desprendimiento del filamento de la placa de impresión, se debe interrumpir la impresión. A continuación, compruebe el ajuste de la placa de impresión y reajústela si es necesario antes de reanudar la impresión.

3 Desmontaje del componente de la placa de presión

Los fabricantes suelen equipar sus impresoras FDM con una superficie de placa de impresión de vidrio o metal. Suelen estar fijados a una mesa de impresión mediante imanes o tornillos y pueden retirarse para sacar el componente impreso.

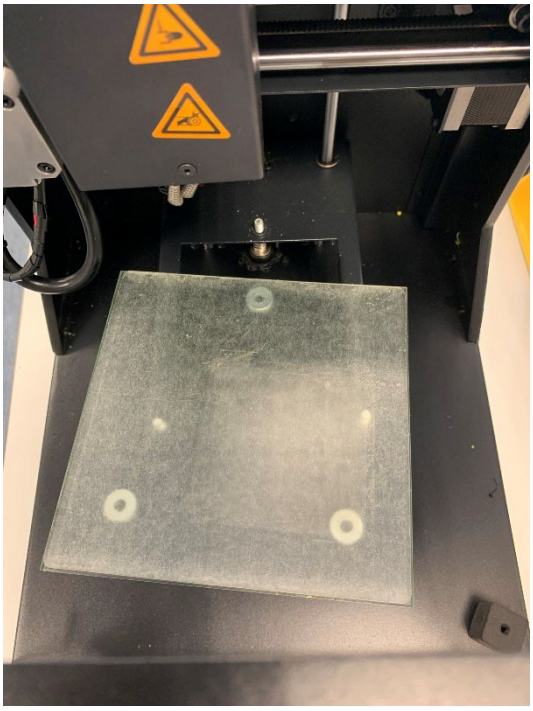

Figura 8Panel de construcción desmontable

Los componentes pueden adherirse muy fuertemente a la placa de construcción, dependiendo del tipo de filamento. A menudo se necesitan herramientas para mejorar la adherencia (véase el capítulo 5.1 para más detalles). Por lo tanto, la extracción manual de componentes de gran tamaño rara vez es posible sin herramientas. Se necesita una espátula para retirar los componentes.
Al utilizar la espátula, asegúrese de no dañar ni el componente ni la superficie de la placa de construcción.
A menudo, el componente se daña en las primeras capas debido a una manipulación incorrecta de la espátula. Si la espátula se aplica demasiado verticalmente en el panel de construcción para llegar bajo la primera capa del componente, la superficie del panel de construcción puede resultar dañada. Incluso las microfisuras en la superficie del tablero de construcción reducen la adherencia para las impresiones posteriores.

Para evitarlo, hay que aflojar con cuidado las zonas más pequeñas alrededor del componente con las esquinas de la espátula. Esto reduce el efecto de adherencia y permite utilizar una mayor superficie de contacto de la herramienta entre el componente y la placa de construcción.

Puede ser útil afilar un lado de la espátula como la hoja de un cuchillo. Esto facilita la introducción del extremo plano de la espátula entre el componente y el tablero de construcción.
Para resolver este problema, BuildTak ha desarrollado una espátula especial con bordes y curvaturas finas y un mango ergonómico que permite retirar los componentes con mayor facilidad y sin dañarlos.

Figura 9BuildTak y espátula clásica

Como este proceso de extracción de los componentes es muy engorroso, algunos proveedores ofrecen alternativas técnicas. Entre ellos se encuentran, sobre todo:

1. Tablas de construcción flexibles
2. Placas de presión permanentes

Los tableros de construcción flexibles se colocan en el tablero de construcción suministrado. Constan de una placa base magnética y una lámina metálica flexible. Se puede retirar de la placa magnética después de la impresión. A continuación, el componente se desprende de la lámina doblando la placa.

Figura 10Tablero de construcción flexible

Las placas de presión permanentes son de plástico y se pegan al panel original del edificio con cinta adhesiva de doble cara resistente al calor. Las ventajas de estas placas de presión permanentes son, entre otras, las siguientes

1. Superficie lisa de la primera capa;
2. Los componentes se desprenden de la placa de presión permanente en cuanto se enfría a temperatura ambiente;
3. Adhesión mejorada sin necesidad de adhesivos

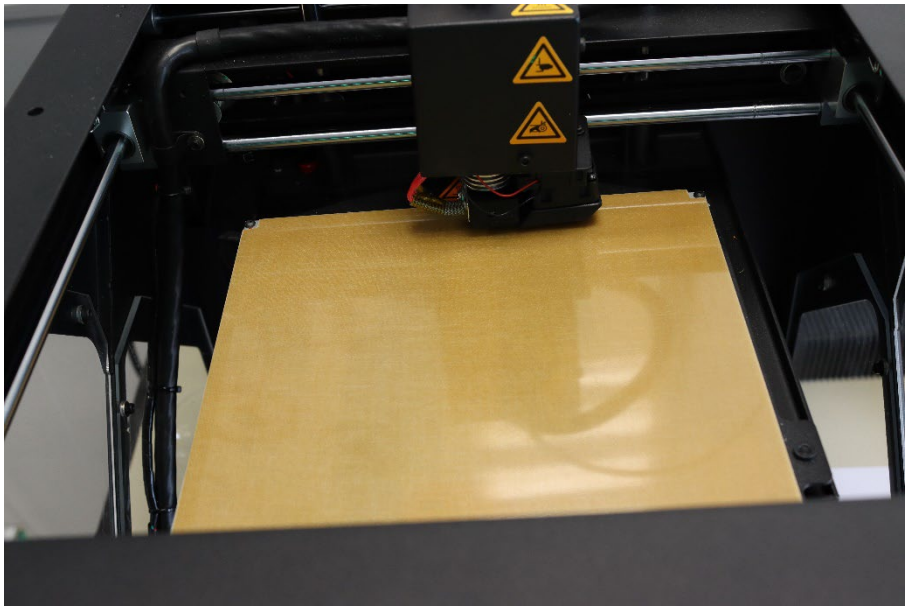

Figura 11Placa de presión permanente MTPlus

4 Desmantelamiento de las impresoras FDM

El desmantelamiento de la impresora FDM se realiza en el orden inverso al de la puesta en marcha. El filamento debe retirarse siempre de la impresora durante las pausas de impresión prolongadas de 8 horas o más. Esto evita que el filamento absorba la humedad. Además, se evita un posible atasco del filamento en la extrusora.

1. Calentar la extrusora como para la puesta en marcha
2. Una vez alcanzada la temperatura, saque el filamento del extrusor a través del menú
3. Retirar el filamento del extrusor
4. Retire el filamento de la boquilla con unas pinzas
5. Si es necesario, ajuste la temperatura del extrusor a 0°C a través del menú.
6. Retire el exceso de filamento de la boquilla con unas pinzas
7. Esperar a que el ventilador del extrusor se apague
8. Si es necesario, lubrique los rieles de deslizamiento y engrase el eje roscado del panel de construcción.
9. Apagar la unidad

4.1 Mantenimiento de la impresora

Los rieles de deslizamiento, los cojinetes de deslizamiento y los husillos roscados deben limpiarse, aceitarse o engrasarse regularmente. Los fabricantes de impresoras a veces recomiendan ciertos lubricantes en sus manuales. Si no se especifica ninguno, se aplica la siguiente recomendación:

1. Los rieles de deslizamiento se deben engrasar con aceites no resinosos (por ejemplo, aceite de máquina de coser).
2. Los husillos roscados deben engrasarse con grasas de PTFE (por ejemplo, "Magnalube").

La necesidad de mantenimiento es fácil de determinar.

1. Si se ven bordes sucios en los rieles de deslizamiento, límpielos con una toalla de papel sin pelusa. A continuación, se aplica el aceite con una toalla de papel empapada en aceite o con un bastoncillo de algodón. Evite el exceso de aceite. Si el aceite gotea sobre la placa de construcción, esto impedirá que el filamento se adhiera.
2. Si no hay marcas de suciedad, pase el dedo por la guía de deslizamiento después de un período de impresión más largo. Si se sienten secas, engráselas como se describe en el punto 1.
3. Si se ven restos de grasa sucia en los husillos roscados, retírelos del husillo roscado con un paño sin pelusas. A continuación, aplique la grasa de PTFE en una tira muy fina en sentido vertical sobre el husillo. Debe aplicarse al menos a la mitad del husillo. A continuación, mueva la placa de impresión hacia arriba y hacia abajo manualmente utilizando el menú.

5 Errores de imprenta

No se pueden descartar los errores de imprenta, y puede haber muchas causas de errores de imprenta. A continuación se abordan los errores más comunes.

5.1 Falta de adherencia de la placa de construcción

La falta de adherencia de las placas de construcción puede tener varias causas. Entre ellas se encuentran:

1. Ajuste incorrecto del panel del edificio
2. Temperatura incorrecta del panel del edificio
3. Velocidad de impresión demasiado alta
4. Filamento superpuesto
5. Baja propiedad de adherencia de la placa de construcción

Si la adherencia es demasiado baja, al principio una zona del componente se desprende de la placa de construcción. El área desprendida se hace progresivamente más grande y las partes desprendidas se deforman. Por lo tanto, el proceso debe detenerse si se detecta dicho desprendimiento.

En el peor de los casos, el componente se desprende completamente de la placa de impresión y el extrusor sigue alimentando el filamento.

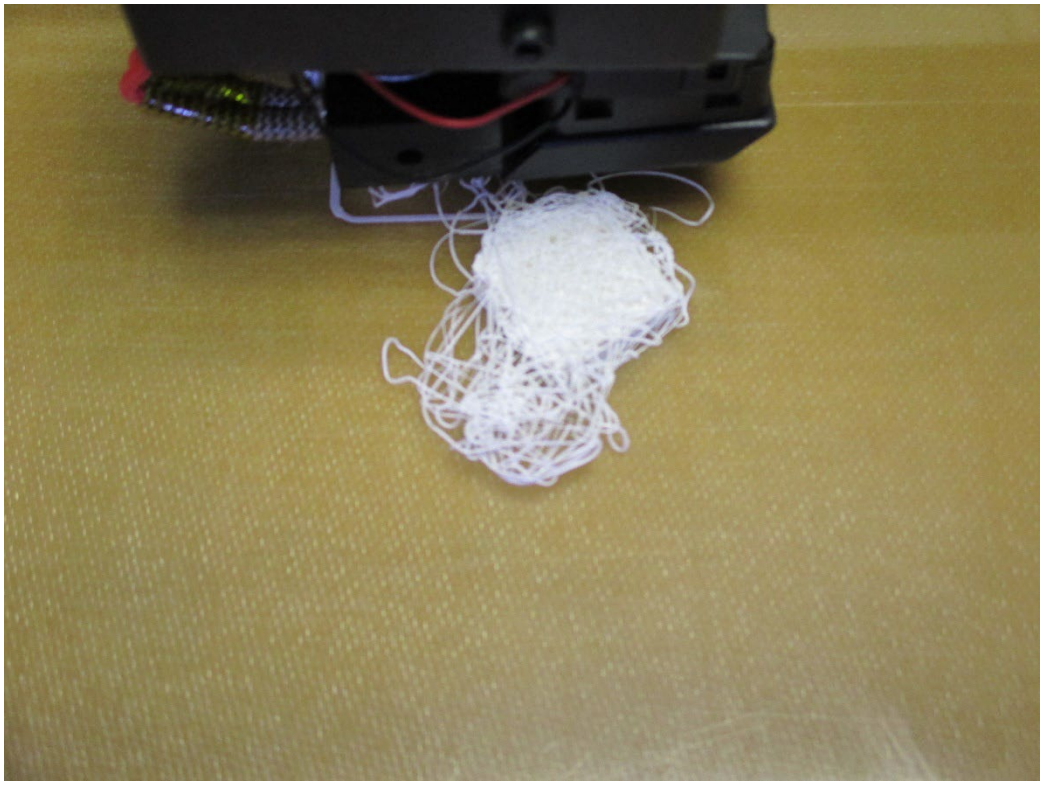

Figura 12Desmontaje del panel del edificio

Para solucionar el problema, compruebe primero el ajuste de la placa de montaje y vuelva a alinearla si es necesario. A continuación, compruebe los parámetros de

impresión utilizados, como la temperatura del extrusor y de la placa de impresión y la velocidad de impresión. Estos datos se pueden encontrar en la hoja de datos del filamento adjunta. Puede ser necesario volver a crear el archivo GCode con los parámetros en el slicer. Si la pieza tiene una superficie pequeña con la que se apoya en la placa de construcción, debe añadirse un borde o balsa para mejorar la adherencia de la placa en la cortadora si es necesario. Esto aumentará la superficie de adhesión. Las instrucciones para ello se explican con más detalle en el Tutorial 3.

Si la nueva impresión tampoco se adhiere a la placa de impresión, la causa podría ser el estado de la superficie de la placa de impresión o la calidad del filamento.

Si el filamento no se ha almacenado correctamente, puede absorber humedad. Por ello, los filamentos de calidad también se suministran en una bolsa de vacío con desecante de sílice. Después de abrir este envase, el filamento debe guardarse de nuevo en un lugar seco. Para ello se recomiendan las bolsas de vacío, que se pueden adquirir a bajo precio para guardar la ropa. Hay productos más caros para almacenar filamentos en los comercios especializados.

Figura 13Contenedor de almacenamiento (DryBox a la izquierda y bolsa de vacío a la derecha)

Existen varias soluciones para mejorar la adherencia de las superficies de vidrio y metal de los paneles de los edificios.

La laca es un remedio casero muy popular que se rocía principalmente sobre la placa de vidrio para aumentar la adherencia. Sin embargo, existen adhesivos más adecuados para el proceso de impresión en 3D que se aplican por pulverización o en forma de barra de pegamento. Si se utiliza el método de pulverización, hay que asegurarse de que se hace fuera de la impresora 3D, ya que la niebla de pulverización del adhesivo especial o de la laca puede contaminar el espacio de construcción y perjudicar el funcionamiento. Por lo tanto, este método no es adecuado para los paneles de construcción sólidos que no se pueden retirar.

Para mejorar aún más la adhesión y la protección adicional de la superficie, los adhesivos también pueden combinarse con diferentes cintas adhesivas. La cinta adhesiva de crepé azul de la empresa 3M, también llamada "Blue Tape", se utiliza muy a menudo en este caso. Se pega a la superficie de vidrio o metal y luego se le aplica el adhesivo.

Los adhesivos más conocidos para mejorar la adherencia son, por ejemplo, las barras de pegamento Magigoo, UHU Magic Stick y el spray AprintaFix.

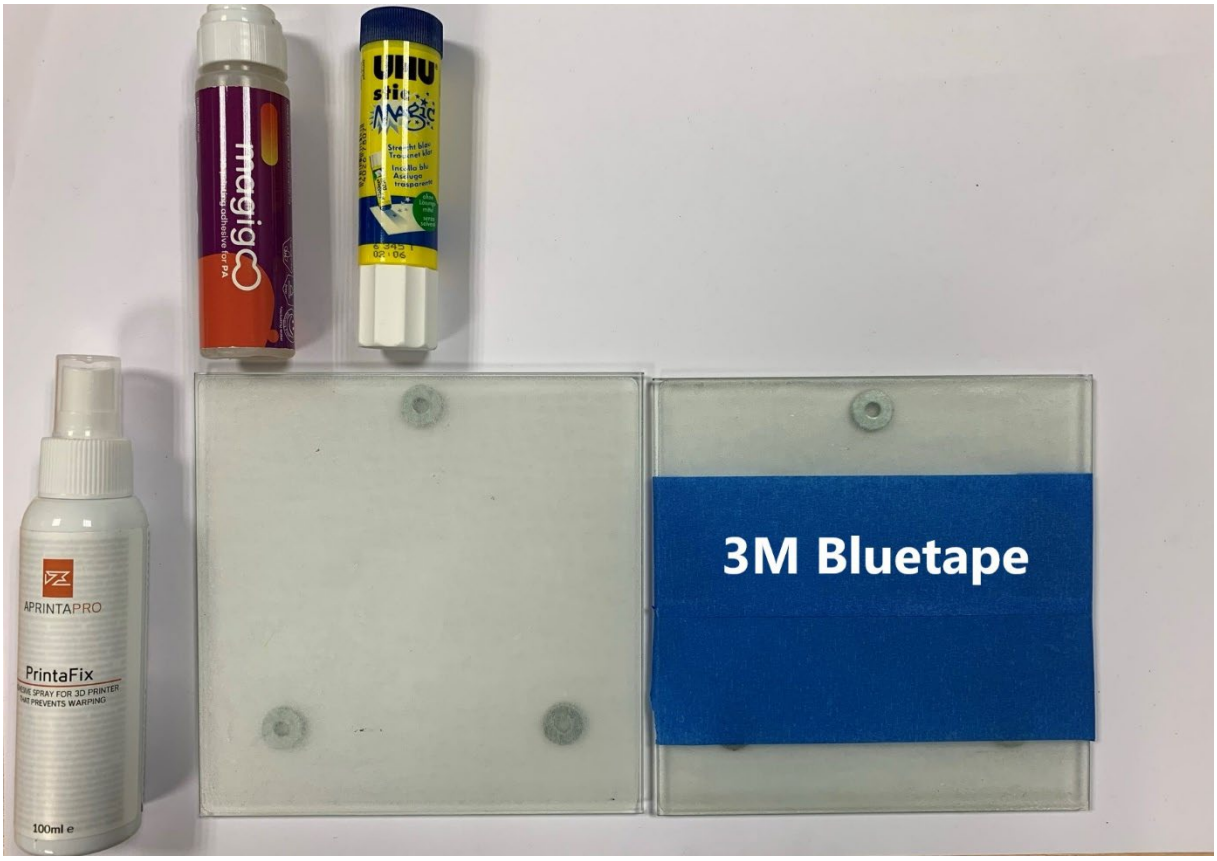

Figura 14Diferentes adhesivos para la impresión 3D

Para las superficies metálicas no recubiertas y brillantes, también se utiliza la cinta Kapton, más cara y resistente al calor. Es mucho más fina que la mencionada cinta azul y se reconoce por su color marrón transparente.

Al utilizar las cintas adhesivas, asegúrese de que el ajuste del panel de construcción se realiza con ellas, de lo contrario la distancia a la boquilla es demasiado pequeña.

No utilice ninguno de los adhesivos anteriores en las planchas de impresión permanente, ya que dañarán las propiedades de la plancha.

5.2 Deformación

El "alabeo" es la deformación del componente en la parte inferior.

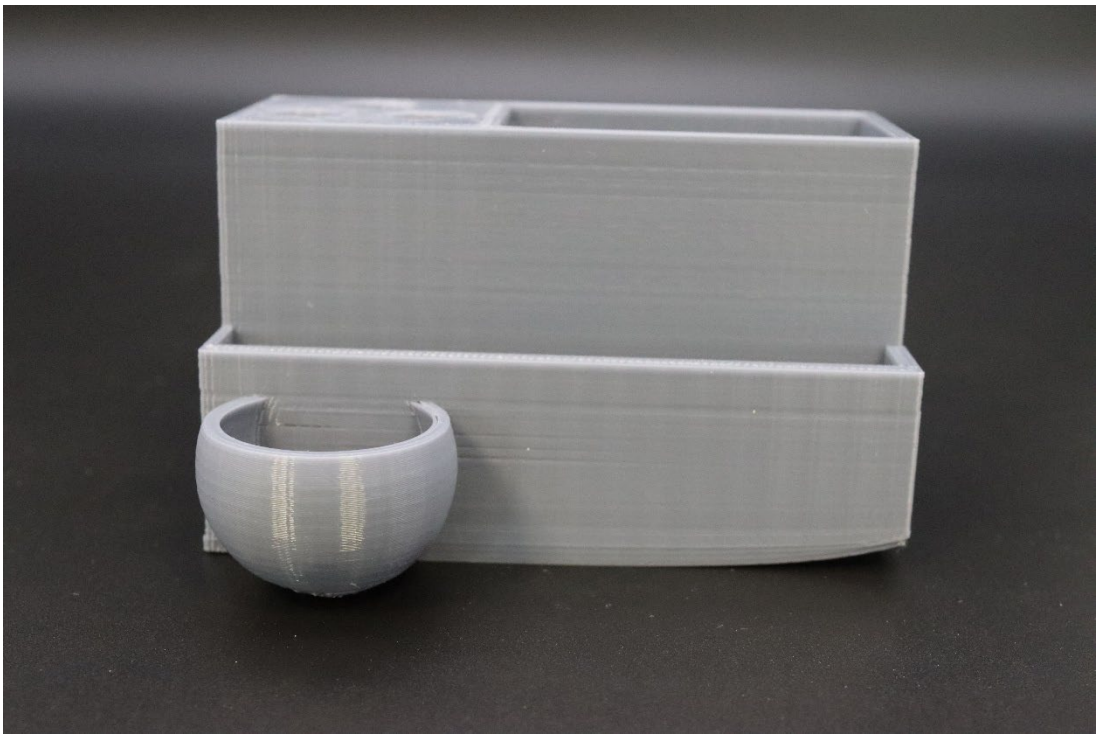

Figura 15Efecto de alabeo en un componente

El alabeo está causado por procesos de enfriamiento desiguales en un componente, que conducen a diferentes tensiones en el material. Esto se puede ver claramente en el ejemplo mostrado arriba. El lado derecho del componente está abierto como una bañera o concha. El lado izquierdo, en cambio, está cerrado y tiene un relleno del 30%. Por lo tanto, el lado derecho se enfría más rápido y el material se contrae más rápido aquí durante el proceso de enfriamiento. Aquí también se desprende de la plancha de impresión, lo que intensifica el efecto.

Hay varias soluciones posibles para evitar el alabeo:

1. Aumentar la temperatura de la placa.
2. Mejorar la adherencia de las placas con adhesivos. En el caso de las planchas de impresión permanente, éstas deben desengrasarse con alcohol.
3. Si es posible, reduzca la densidad del relleno en caso de distribución desigual.
4. Uso de una caja para la impresora.

5.3 Pata de elefante

“Pie de elefante": protuberancia del componente en la parte inferior del mismo. Esto ocurre especialmente con componentes grandes cuando el peso del componente presiona el panel. Este efecto puede producirse si las capas inferiores no se han enfriado y endurecido lo suficiente. Cuando se utiliza PLA, que es perfectamente adecuado y apto para los modelos táctiles, este error sólo se produce en algunos casos. Sin embargo, con los materiales que requieren temperaturas más altas de la extrusora y de la plancha (por ejemplo, ABS y PETG), esto puede ocurrir sin duda.

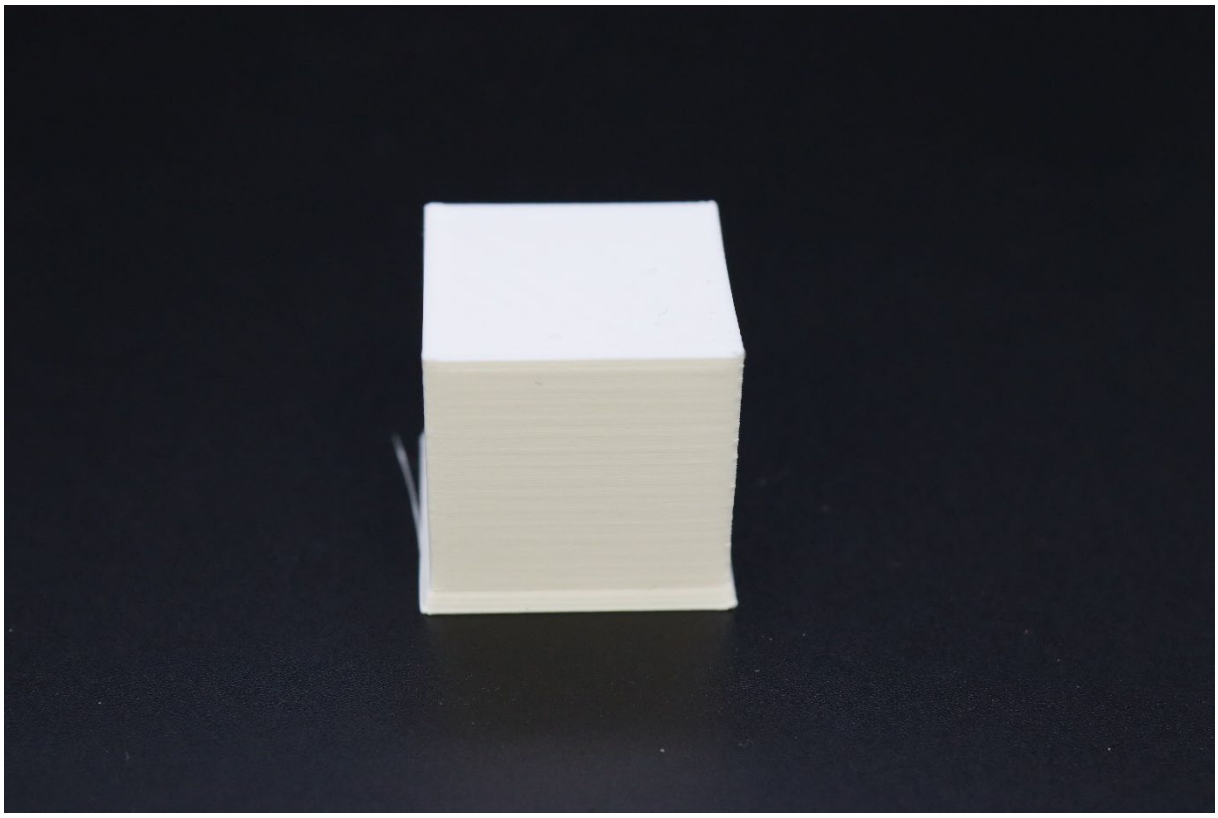

Figura 16Pata de elefante

Para solucionar este problema, se pueden realizar algunos ajustes en la cortadora:

1. Conectar el ventilador de boquillas a partir de la primera capa de impresión
2. Impresión de una balsa para aumentar la adherencia de la placa
3. Reducción de la temperatura de los paneles del edificio

5.4 Sobreextracción y subextracción

En caso de sobreextrusión, sale demasiado material por la boquilla. La superficie del componente es irregular y tiene exceso de capas de material.

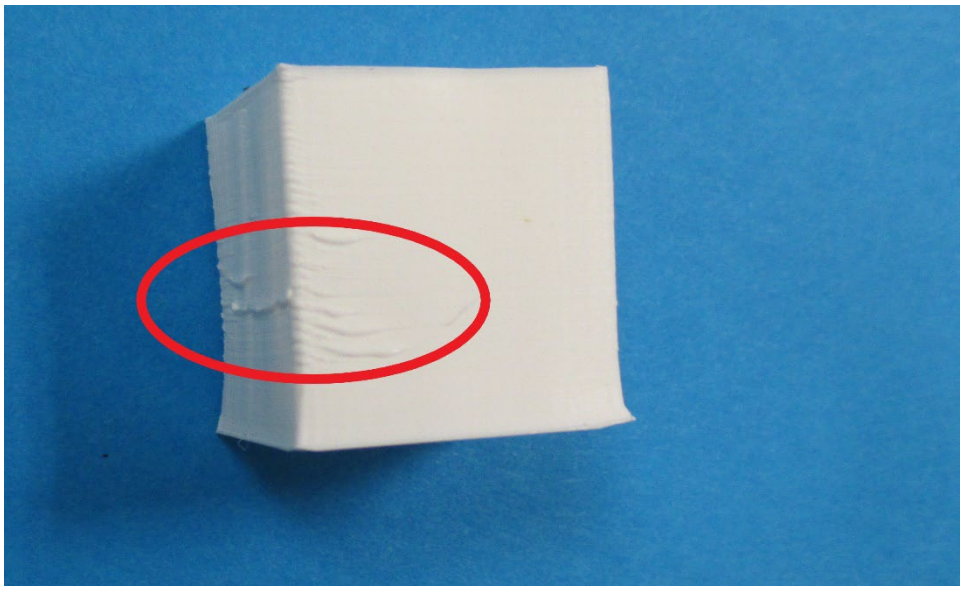

Figura 17Sobreextracción

Las razones de la sobreextracción pueden ser las siguientes:

1. La temperatura de impresión es demasiado alta, lo que hace que el filamento sea demasiado viscoso.
2. El caudal de la cortadora está ajustado demasiado alto. Esto debería reducirse en pasos del 5% y probarse.
3. El ancho de la línea a imprimir es demasiado grande. Redúzcalo en 0,1 mm y vuelva a intentarlo.

Con la subextracción, la causa es la contraria. Se expulsa permanente o parcialmente muy poco filamento. Esto puede dar lugar a huecos en la impresión y a una falta de adhesión entre las capas. Las causas de la subextracción son más variadas que en el caso anterior, pero normalmente pueden remediarse. Las razones de este error pueden ser, por ejemplo:

1. Había nudos en la bobina de filamento que dificultaban la alimentación del filamento a través del motor paso a paso.
2. La presión de contacto del disco dentado que guía el filamento hacia la extrusora es demasiado baja. Muchas impresoras FDM tienen un tornillo con el que se puede aumentar esta presión de contacto.
3. Hay residuos de filamento en el extrusor o en el tubo Bowden que dificultan el transporte. Estos residuos deben ser eliminados.
4. El flujo de filamento está ajustado demasiado bajo en la cortadora.

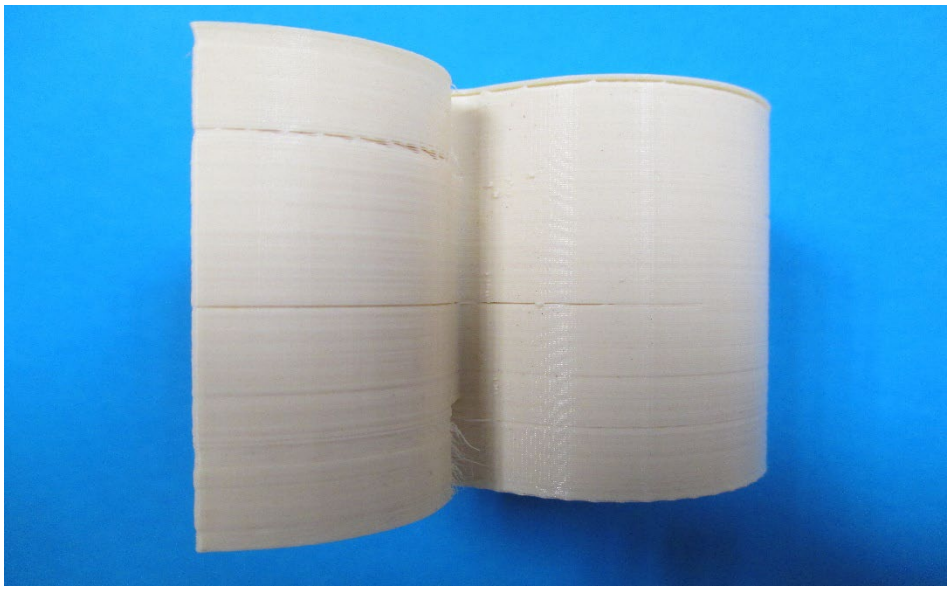

Figura 18Agujeros en la impresión debido a la subextracción

6 Lista de figuras

Figura 1 Interfaces USB y SD para la transferencia de datos 5
Figura 2 Fusible de la fuente de alimentación (retirado)..... 5
Figura 3 Nivelación de izquierda a derecha: distancia correcta, demasiado lejos, demasiado cerca. 6
Figura 4 Comprobación de la distancia de la boquilla en varias posiciones..... 7
Figura 5 Ejemplo de tornillos de ajuste..... 7
Figura 6 Carga del filamento 8
Figura 7 Diferentes menús de impresión..... 9
Figura 8 Panel de construcción desmontable..... 10
Figura 9 BuildTak y espátula clásica 11
Figura 10 Tablero de construcción flexible 12
Figura 11 Placa de presión permanente MTPlus..... 12
Figura 12 Desmontaje del panel del edificio 14
Figura 13 Contenedor de almacenamiento (DryBox a la izquierda y bolsa de vacío a la derecha)..... 15
Figura 14 Diferentes adhesivos para la impresión 3D 16
Figura 15 Efecto de alabeo en un componente 17
Figura 16 Pata de elefante 18
Figura 17 Sobreextracción..... 19
Figura 18 Agujeros en la impresión debido a la subextracción..... 20