

Manual de uso Impresoras 3D del Laboratorio de Innovación y Fabricación



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE USO IMPRESORAS 3D LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:
Elaborado por: Maximiliano Vélez M. Encargado de Laboratorio	Aprobado por: Leonardo Gordillo Académico	Oficializado por: Roberto Bernal Director del Departamento

Índice

1	Introducción a los métodos para implementar la Impresión 3D	3
1.1	Modelado por deposición fundida (FDM)	3
1.2	Principales materiales para impresión 3D con método FDM.....	4
1.2.1	Filamento producido con PLA.....	4
1.2.2	Filamento producido con ABS	5
1.2.3	Material de soporte HIPS.....	5
2	Descripción de las Impresoras 3D del Laboratorio.....	6
3	Proceso de fabricación mediante impresión 3D	8
3.1	Dibujar, escanear o descargar un modelo 3D	8
3.2	Convertir en código máquina el modelo 3D	9
3.3	Imprimir el Modelo 3D.....	10
4	Preparar la impresora para manufacturar y mantención	11
4.1	Carga y descarga de material de manufactura	11
4.2	Nivelar mesa de manufactura	12



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE USO IMPRESORAS 3D LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:
Elaborado por: Maximiliano Vélez M. Encargado de Laboratorio	Aprobado por: Leonardo Gordillo Académico	Oficializado por: Roberto Bernal Director del Departamento

1 Introducción a los métodos para implementar la Impresión 3D

La impresión 3D es una técnica de fabricación digital que permite transformar modelos tridimensionales en objetos físicos mediante la adición de material.

Existen varios métodos para implementar la impresión 3D. Entre ellos se encuentran métodos industriales y de escritorio. Entre los métodos industriales se encuentran: sinterizado selectivo por láser (SLS), fusión selectiva por láser (SLM) y fusión por haz de electrones (EBM), los cuales se utilizan para manufacturar piezas metálicas y plásticas. Mientras que los métodos que se han podido llevar a una versión de escritorio solo son dos: estereolitografía (SLA) y modelado por deposición fundida (FDM), estos solo manufacturan piezas de plástico.

Las máquinas que posee el laboratorio de innovación y fabricación son impresoras de escritorio que fabrican mediante el método FDM.

1.1 Modelado por deposición fundida (FDM)

El modelado por deposición fundida actualmente es el método más popular de impresión 3D. Este funciona mediante el derretimiento de un filamento de plástico que pasa a través de un extrusor a alta temperatura (200 a 300°C). Este extrusor va depositando el plástico capa a capa sobre una mesa hasta formar el modelo 3D.

Para poder manufacturar una pieza con partes en voladizo el método manufactura material de soporte (ver Figura 1) que se debe retirar una vez que se termina la pieza.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE USO IMPRESORAS 3D LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:
Elaborado por: Maximiliano Vélez M. Encargado de Laboratorio	Aprobado por: Leonardo Gordillo Académico	Oficializado por: Roberto Bernal Director del Departamento

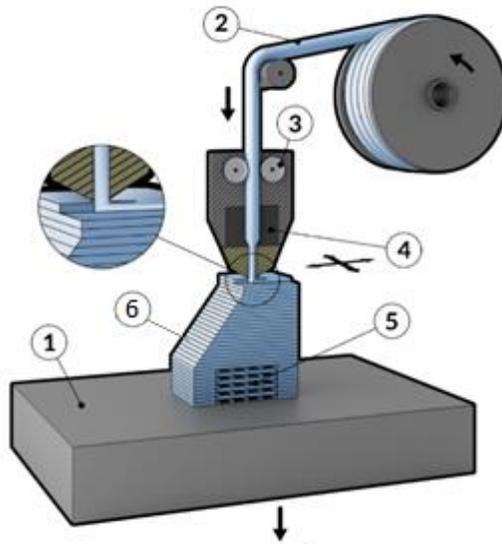


Figura 1: Modelado por deposición fundida. 1) mesa de impresión 2) filamento plástico 3) rodillos impulsores del material de manufactura 4) extrusor 5) material de soporte 6) pieza manufacturada.

1.2 Principales materiales para impresión 3D con método FDM.

Es posible imprimir una amplia gama de polímeros por el método FDM, incluso polímeros mezclados con partículas de madera y metal, pero los principales materiales que se utilizan para manufacturar en esta técnica son el ácido poliláctico (PLA) y acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).

1.2.1 Filamento producido con PLA

Este es un biopolímero hecho a base de almidón de maíz, utilizado ampliamente en la industria alimenticia, química y farmacéutica debido a su baja toxicidad.

El filamento de este material es el de mayor uso por su facilidad de impresión. Si somos nuevos en la impresión 3D, este filamento es el recomendado ya que presenta buena adherencia entre capas y no requiere controlar la temperatura en la zona de manufactura.

Datos importantes:

- Temperatura de transición vítrea: 60 °C
- Temperatura de extrusor al imprimir: 180-230 °C
- Temperatura de cama al imprimir: 20 – 60 °C



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE USO IMPRESORAS 3D LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:
Elaborado por: Maximiliano Vélez M. Encargado de Laboratorio	Aprobado por: Leonardo Gordillo Académico	Oficializado por: Roberto Bernal Director del Departamento

- Densidad: 1.04 g/cm³

1.2.2 Filamento producido con ABS

El ABS es un derivado de combustibles fósiles muy resistente al impacto, a compuestos químicos, y presenta estabilidad a altas temperatura.

El filamento de ABS se utiliza cuando se manufactura una pieza que debe soportar altas cargas o temperaturas extremas durante periodos largos. En caso de que la pieza no sea sometida a condiciones extremas se aconseja imprimir en PLA debido a que la impresión del ABS es más compleja requiriendo para su impresión una cama caliente y que el espacio de manufactura se encuentre aproximadamente a 45°C.

Datos importantes:

- Temperatura de transición vítrea: 103 °C
- Temperatura de extrusor al imprimir: 220-250 °C
- Temperatura de cama al imprimir: 60-100°C
- Densidad: 1.24 g/cm³

1.2.3 Material de soporte HIPS

El poliestireno de alto impacto (HIPS), popularmente utilizado en la industria alimenticia, recientemente se ha popularizado en el mundo de la impresión 3D para manufacturar soportes solubles cuando se requiere manufacturar modelos con morfología compleja (ver figura 2). Al imprimirlo como soporte se deben utilizar el segundo extrusor de las impresoras mientras que con el otro se extruye el material que conformara el modelo propiamente tal.

El HIPS es soluble en limoneno, un hidrocarburo líquido incoloro que se extrae de la cascara de los cítricos.

Datos importantes:

- Temperatura de transición vítrea: 85°C
- Temperatura de extrusor al imprimir: 240 °C
- Temperatura de cama al imprimir: 115 °C
- Densidad : 1.04 g/cm³



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE USO IMPRESORAS 3D LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:
Elaborado por: Maximiliano Vélez M. Encargado de Laboratorio	Aprobado por: Leonardo Gordillo Académico	Oficializado por: Roberto Bernal Director del Departamento

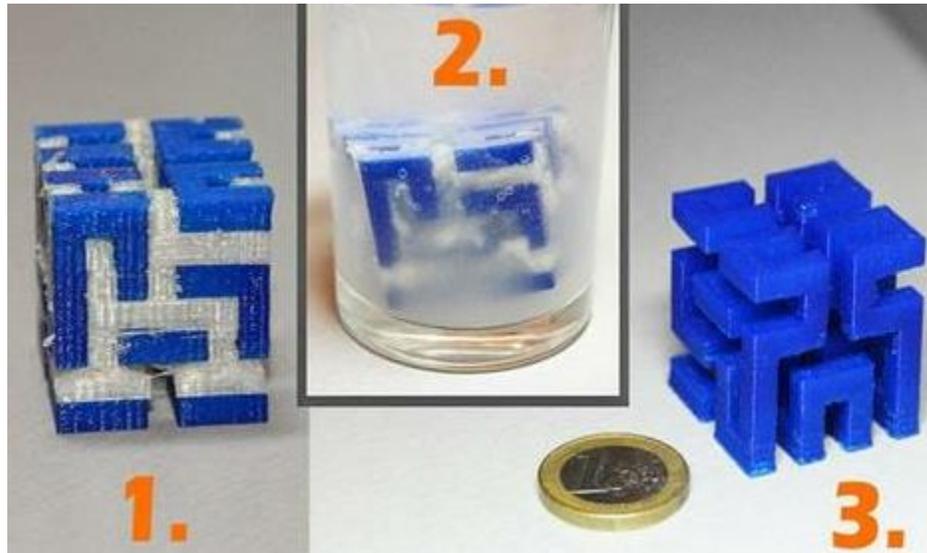


Figura 2: Se presenta el proceso de disolución de material de soporte manufacturado con HIPS. 1) Pieza impresa con soportes de HIPS 2) Retiro del soporte mediante la inmersión de la pieza en limoneno 3) Pieza sin material de soporte.

2 Descripción de las Impresoras 3D del Laboratorio

En el laboratorio hay dos impresoras 3D de la compañía Flashprint, modelo Dreamer y Creator Pro. Ambas impresoras funcionan por el método FDM y manufacturan en los mismos materiales (ver sección 1.2). En la figura 3 se presentan las partes de la impresora Creator Pro, las cuales son básicamente las mismas partes en el modelo Dreamer, variando solo el diseño de su chasis y espacio de trabajo.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE USO IMPRESORAS 3D LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:
Elaborado por: Maximiliano Vélez M. Encargado de Laboratorio	Aprobado por: Leonardo Gordillo Académico	Oficializado por: Roberto Bernal Director del Departamento

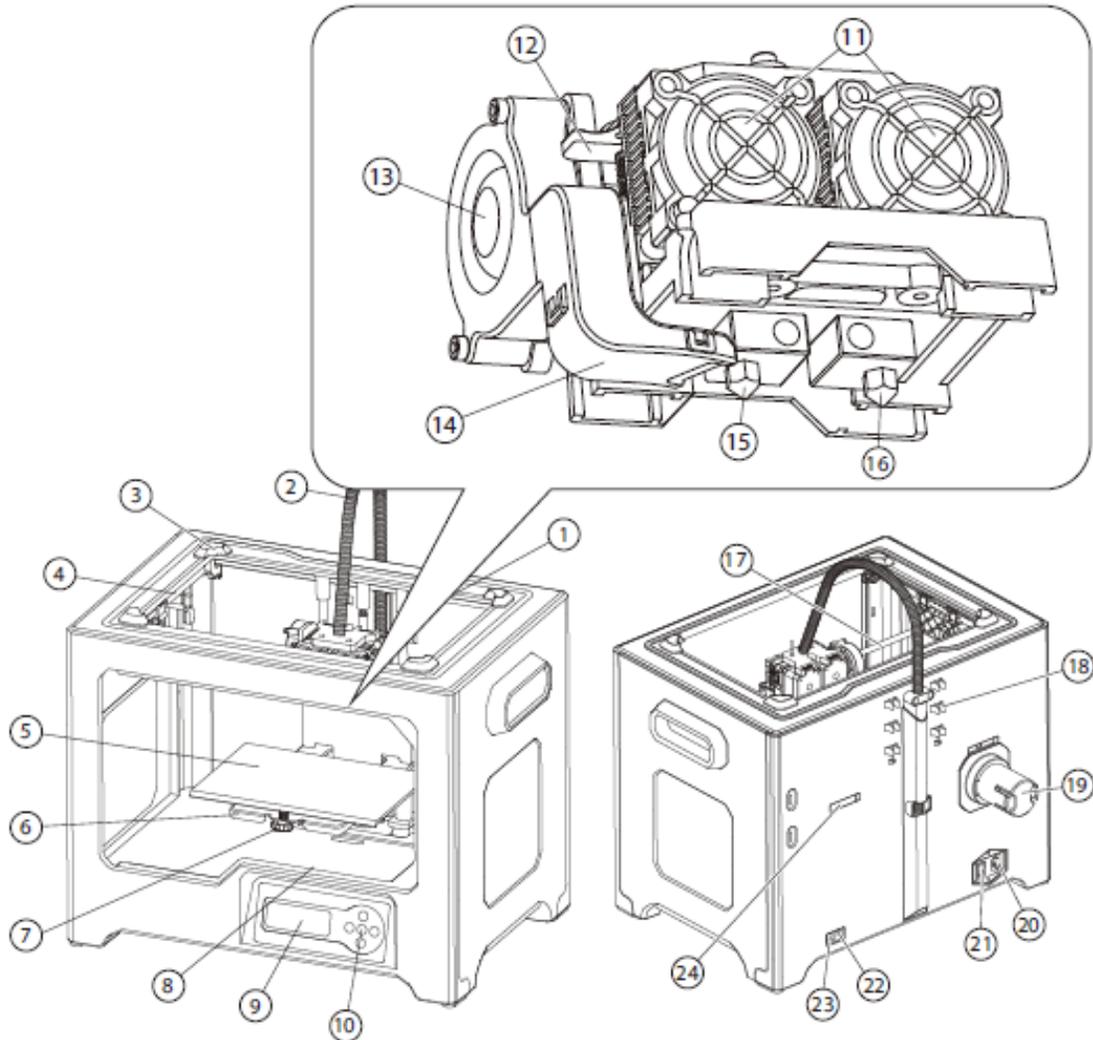


Figura 3: Partes de la impresora Flashforge Creator Pro. 1) eje guía mesa de impresión; 2) cables extrusor; 3) pestaña para tapa superior; 4) eje guía extrusor dirección Y; 5) mesa de impresión 6) plataforma sostenedora; 7) tornillos niveladores; 8) puerto tarjeta SD; 9) panel SD; 10) botones; 11) ventiladores previo a la extrusión; 12) palanca para insertar filamento; 13) ventilador posterior a la extrusión; 14) ducto ventilador; 15) boquilla izquierda extrusor; 16) boquilla derecha extrusor 17) eje guía extrusor dirección X; 18) guía filamento 19) sostenedor del material de manufactura 20) entrada de potencia 21) interruptor encendido 22) botón para resetear 23) entrada cable USB 24) ranura para insertar sostenedor del material de manufactura.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE USO IMPRESORAS 3D LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:
Elaborado por: Maximiliano Vélez M. Encargado de Laboratorio	Aprobado por: Leonardo Gordillo Académico	Oficializado por: Roberto Bernal Director del Departamento

Algunos datos importantes a considerar:

- Velocidad máxima de movimiento del extrusor: 200 mm/s
- Volumen de Manufactura Modelo Creator Pro: 227x148x150 mm
- Volumen de Manufactura Modelo Dreamer: 230x150x140 mm
- Tolerancia de manufactura eje x/y: ± 0.2 mm
- Resolución de capa: 0.05-0.4 mm
- Diámetro de la punta del extrusor: 0.4 mm
- Máxima temperatura de extrusión: 240 °C

3 Proceso de fabricación mediante impresión 3D

El proceso de fabricación involucra 3 pasos:

- 1) Diseñar, escanear o descargar un modelo 3D
- 2) Convertir en código máquina el modelo 3D
- 3) Imprimir el Modelo 3D

3.1 Dibujar, escanear o descargar un modelo 3D

Hay tres maneras de obtener un modelo 3D:

- Diseñar: Puedes usar un programa de diseño 3D (CAD) tal como Inventor, Solidworks, Fusion 360, entre otros para generar un modelo 3D. Es importante que el programa tenga la opción de guardar el modelo 3D en formato STL para que este luego se pueda convertir en código máquina y manufacturar.
- Escanear 3D: Otro método para crear modelos 3D es partir desde un modelo físico, digitalizándolo mediante un scanner 3D y guardando su geometría en un formato STL. Existe programas que permite la modificación del modelo escaneado, tales como, Meshmixer y Rhinoceros 3D.
- Descargar un modelo 3D: También es posible descargar modelos prediseñados desde páginas de internet que permiten a usuarios subir sus modelos 3D que ellos mismos diseñan.

Consideración en modelado: Cuando se manufactura una pieza con dimensiones específicas se debe considerar que la impresora 3D tiene un margen de error (tolerancia) que va de ± 0.3 a ± 0.6 mm razón por la que al modelar la pieza se debe considerar esta holgura.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE USO IMPRESORAS 3D LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:
Elaborado por: Maximiliano Vélez M. Encargado de Laboratorio	Aprobado por: Leonardo Gordillo Académico	Oficializado por: Roberto Bernal Director del Departamento

3.2 Convertir en código máquina el modelo 3D

El modelo 3D se debe importar a un programa que lo transforma en instrucciones para manufacturarlo en una impresora 3D. El programa que se utiliza por defecto para este tipo de modelo de impresoras se llama Flashprint. Es posible utilizar otros programas tales como Slic3r y Simplify 3D sin embargo a estos se los debe setear considerando las particularidades de la máquina por utilizar, tales como, volumen de impresión, cantidad de extrusores, si es que posee cama caliente, temperatura límite, etc.

A continuación se describe el proceso para convertir un modelo 3D en código máquina utilizando el programa Flashprint:

- 1) Descargar el programa desde el link <http://www.flashforge.com/support-center/flashprint-support/>
- 2) Abrir programa
- 3) Cargar el archivo STL presionando el botón 
- 4) Si es necesario reposicionar el objeto utilizar las funciones mover  y rotar . También es posible reescalar el modelo utilizando la función . Se debe asegurar que en la posición que se posicione la pieza se genere la menor cantidad de soporte
- 5) Luego de posicionar el modelo se deben agregar los soportes al modelo apretando el botón . Se pueden autogenerar apretando  o agregar manualmente con .
- 6) Retornar a las funciones anteriores pulsando  y definir con que extrusor se manufacturará el modelo apretando  a un costado de la ventana de trabajo.
- 7) Finalmente se deben especificar los parámetros de impresión pulsando el botón  en la parte superior de la ventana. Se abrirá un cuadro donde se deben definir la altura de capa, velocidad de impresión, relleno, material de manufactura y temperatura de impresión.
- 8) Guardar el archivo en una tarjeta SD apretando aceptar en la pestaña de definición de los parámetros de impresión.

Para ver más detalles de cómo manejar el programa Flashprint, descargar el manual de uso que se encuentra en el mismo link indicado en el punto 1.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE USO IMPRESORAS 3D LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:
Elaborado por: Maximiliano Vélez M. Encargado de Laboratorio	Aprobado por: Leonardo Gordillo Académico	Oficializado por: Roberto Bernal Director del Departamento

Consideración al generar el código máquina: Cuando se posiciona la pieza sobre la mesa de impresión se debe procurar que se genere la menor cantidad de soporte, esto es debido a que entre menos soporte debemos generar menos tiempo perdemos en retirarlo y se obtiene una pieza de mejor calidad superficial.

3.3 Imprimir el Modelo 3D

En este último paso el modelo 3D y se materializa. Considerando los modelos que posee el laboratorio, se deben seguir los siguientes pasos:

Instrucciones para modelo Creator Pro:

- 1) Si se requiere nivelar la mesa y/o colocar el filamento de manufactura, ir al capítulo 4 y seguir instrucciones. Si ya se encuentra lista la impresora para comenzar la manufactura de la pieza ir al punto 2 de este instructivo.
- 2) Insertar tarjeta SD en la ranura lectora de la impresora.
- 3) Dirigir el cursor hasta “Print from SD” y apretar botón OK, ubicado al centro de la botonera.
- 4) Seleccionar archivo contenedor del código máquina para que comience la impresión.
- 5) Esperar a que se imprima la primera capa del objeto de manera correcta.

Si se desea cancelar la impresión se debe apretar la flecha a la izquierda de la botonera y seleccionar “Cancel print” y luego “Yes”.

Instrucciones para modelo Dreamer:

- 1) Si se requiere nivelar la mesa y/o colocar el filamento de manufactura, ir al capítulo 4 y seguir instrucciones. Si ya se encuentra lista la impresora para comenzar la manufactura de la pieza ir al punto 2 de este instructivo.
- 2) Insertar tarjeta SD en la ranura lectora de la impresora.
- 3) Apretar en la pantalla táctil “print” y luego el símbolo 
- 4) Seleccionar el archivo contenedor del código maquina del modelo
- 5) Apretar “Print” para comenzar la impresión de la pieza.
- 6) Esperar a que se imprima la primera capa del objeto de manera correcta.

Si se desea cancelar la impresión se debe apretar  en la pantalla táctil.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE USO IMPRESORAS 3D LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:
Elaborado por: Maximiliano Vélez M. Encargado de Laboratorio	Aprobado por: Leonardo Gordillo Académico	Oficializado por: Roberto Bernal Director del Departamento

4 Preparar la impresora para manufacturar y mantención

4.1 Carga y descarga de material de manufactura

El filamento debe ser de diámetro 1.75 mm y se recomienda imprimir en los filamentos compuesto por los materiales comentados en la sección 1.2.

Cargar filamento en impresora en modelo Creator Pro

- 1) Montar filamento en el sostenedor de material de manufactura
- 2) Insertar filamento en el tubo guía
- 3) Utilizando la botonera dirigir el cursor a “Utilities” y apretar OK
- 4) Luego dirigir cursor a “Filament loading” y apretar OK
- 5) Seleccionar el extrusor que se quiere cargar el filamento
- 6) Una vez que el motor del extrusor comience a funcionar, apretar el gatillo ubicado en la parte superior del extrusor e insertar el filamento. Esperar que el material salga por la punta del extrusor.

Descargar filamento en modelo Dreamer

- 1) Utilizando la botonera dirigir el cursor a “Utilities” y apretar OK
- 2) Luego dirigir cursor a “Filament Unloading” y apretar OK
- 3) Seleccionar el extrusor que se quiere descargar el filamento
- 4) Esperar que el extrusor alcance la temperatura de extrusión y apretar el gatillo ubicado en la parte superior del extrusor para retirar el filamento.

Cargar filamento en impresora en modelo Dreamer

- 1) Remover tapa superior de la impresora
- 2) Montar filamento en el sostenedor de material de manufactura que se encuentra a la derecha o izquierda según extrusor que se utilice. Ambos sostenedores se encuentran al interior de la impresora.
- 3) Insertar filamento en el tubo guía
- 4) En la pantalla táctil apretar el símbolo  “tools”



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE USO IMPRESORAS 3D LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:
Elaborado por: Maximiliano Vélez M. Encargado de Laboratorio	Aprobado por: Leonardo Gordillo Académico	Oficializado por: Roberto Bernal Director del Departamento

5) Presionar  y seleccionar el extrusor que se quiere cargar el filamento

6) Una vez que el extrusor alcance la temperatura de extrusión y su motor extrusor comience a girar, apretar el gatillo ubicado en la parte superior del extrusor e insertar el filamento. Esperar que el material salga por la punta del extrusor.

Descargar filamento en impresora en modelo Dreamer

1) En la pantalla táctil apretar el símbolo  “tools”

2) Presionar  y seleccionar el extrusor que se quiere descargar el filamento

3) Esperar que el extrusor alcance la temperatura de extrusión y apretar el gatillo ubicado en la parte superior del extrusor para retirar el filamento.

4.2 Nivelar mesa de manufactura

Para conseguir una buena adherencia del material de manufactura a la mesa de manufactura es necesario calibrar la distancia de la punta del extrusor a la mesa de impresión como se indica a continuación.

Nivelar mesa en modelo Creator Pro

1) Utilizando la botonera dirigir el cursor a “Utilities” y apretar OK

2) Dirigirse a “Level Build Plate” y apretar OK

3) El extrusor se mueve a tres posiciones y en cada una de estas se debe hacerse la calibración, la cual consiste en poner la tarjeta de calibración que viene con la impresora entre la mesa y la punta del extrusor y verificar si la punta roza levemente la hoja. Si esta no lo toca o se encuentra muy apretada se debe subir o bajar la mesa ajustando las perillas que están en la parte inferior de la mesa de impresión, como se muestra en la Figura 3.

4) Luego de calibrar la punta en una ubicación se debe apretar el botón “OK” para continuar con la siguiente posición.

Nivelar mesa en modelo Dreamer

1) En la pantalla táctil apretar el símbolo  “tools”



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	FACULTAD DE CIENCIA	DEPARTAMENTO DE FÍSICA
Versión: 1.0	MANUAL DE USO IMPRESORAS 3D LABORATORIO DE INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN	Estatus: Oficial Fecha de emisión: Fecha de revisión:
Elaborado por: Maximiliano Vélez M. Encargado de Laboratorio	Aprobado por: Leonardo Gordillo Académico	Oficializado por: Roberto Bernal Director del Departamento

2) Presionar  . La mesa se acercara al extrusor.

3) El extrusor se mueve a tres posiciones y en cada una de estas se debe hacerse la calibración, la cual consiste en poner la tarjeta de calibración que viene con la impresora entre la mesa y la punta del extrusor y verificar si la punta roza levemente la hoja. Si esta no lo toca o se encuentra muy apretada se debe subir o bajar la mesa ajustando las perillas que están en la parte inferior de la mesa de impresión, como se muestra en la Figura 3.

4) Luego de calibrar la punta en una ubicación se debe apretar el botón “OK” para continuar con la siguiente posición.

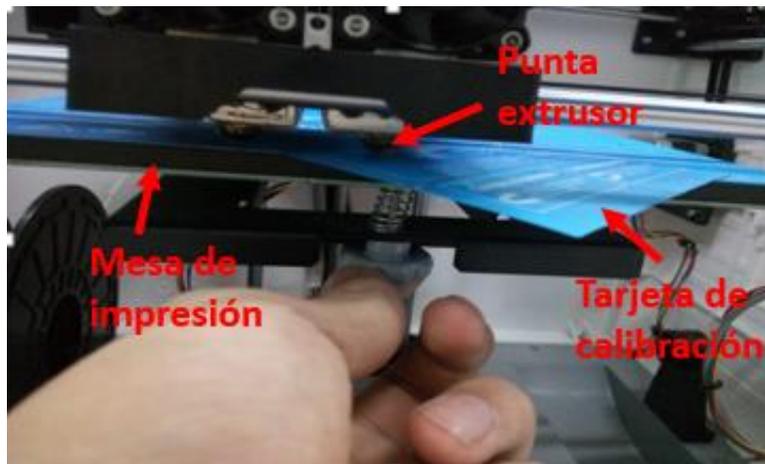


Figura 4: Método para calibrar la mesa de impresión para modelo Dreamer.