

PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE
INSTRUCCIONES DE USO DE LAS MÁQUINAS DE LA
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

IMPRESORAS 3D

Índice

1.	Introducción al equipo.....	3
1.1.	¿Qué es una impresora 3D?.....	3
1.2.	¿Para qué sirve una impresora 3D?.....	4
2.	Seguridad.....	5
2.1.	Seguridad de usuario.....	5
2.2.	Seguridad del equipo.....	5
3.	Instrucciones de uso.....	7
3.1.	Consideraciones a tener en cuenta antes de empezar.....	7
3.1.1.	Creación del modelo y de los archivos stl y Gcode.....	7
3.1.2.	Colocación y cambio de los filamentos.....	13
3.1.3.	Calibrado de la cama de impresión.....	15
3.1.4.	Como reconocer si la cama está mal calibrada.....	18
3.1.5.	Preparación de la cama caliente de la Witbox de BQ.....	19
3.2.	Funcionamiento básico y general.....	20
3.3.	Funcionamiento paso a paso de un caso práctico.....	21
3.3.1.	Obtención del modelo 3D.....	21
3.3.2.	Importar archivo stl en Ultimaker Cura.....	21
3.3.3.	Ajuste del modelo y de los parámetros de impresión.....	22
3.3.4.	Preparación de la impresora y proceso de impresión.....	25
3.3.5.	Finalización del proceso de impresión.....	27
3.4.	Limpieza y recogida.....	27
4.	Materiales de trabajo.....	28
4.1.	ABS.....	28
4.2.	PLA.....	29
4.3.	PETG.....	30
4.4.	ASA.....	31
4.5.	Filaflex.....	32

1. Introducción al equipo.

Las impresoras 3D forman parte del mundo de la fabricación aditiva, en el que todo proceso comienza con un modelo digital 3D, el cual ha podido ser creado a partir de cualquier programa de software 3D o escaneado mediante un escáner 3D. Dicho modelo se transforma a un archivo legible para la impresora conocido como STL, en el que el modelo se divide en capas y de esta forma la impresora es capaz de leerlo y ejecutarlo. Posteriormente, el material que procese la impresora se colocará por capas según el diseño y el proceso de fabricación.

1.1. ¿Qué es una impresora 3D?

Una impresora 3D se trata de una máquina capaz de crear objetos tridimensionales mediante la superposición de material a través de capas que van uniéndose unas tras otras.

Existen una gran variedad de procesos y de tecnologías de fabricación aditiva, pero en este caso, las principales máquinas de las que dispone la Escuela Superior de Ingeniería son impresoras que hacen uso de procesos de extrusión de material, en el que el material se dispensa selectivamente a través de una boquilla u orificio.

En concreto, las impresoras disponibles emplean la tecnología de Fabricación por Fundición de Filamento (FFF), que se trata del proceso más común y fácil de reconocer, es empleado por la mayoría de las impresoras 3D de nivel básico. Se utiliza como material principal los termoplásticos como por ejemplo PLA o ABS.

A continuación se muestran dos de los tipos de impresoras FFF de las que dispone la Escuela Superior de Ingeniería.

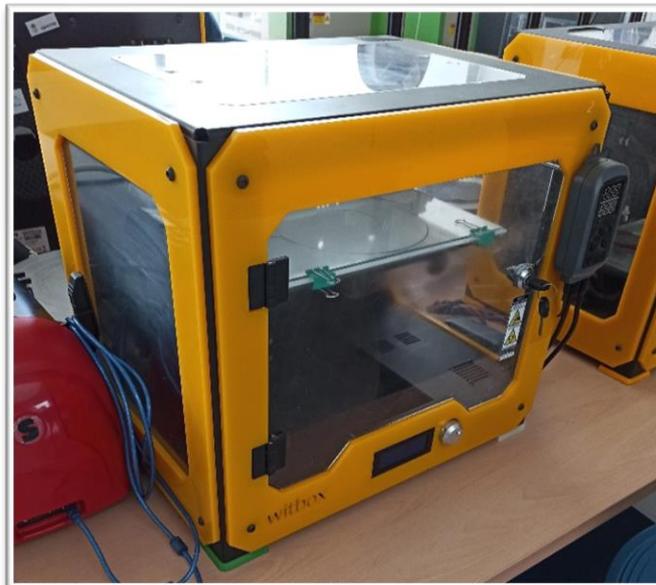


Figura 1. Impresora 3D – Witbox de BQ.

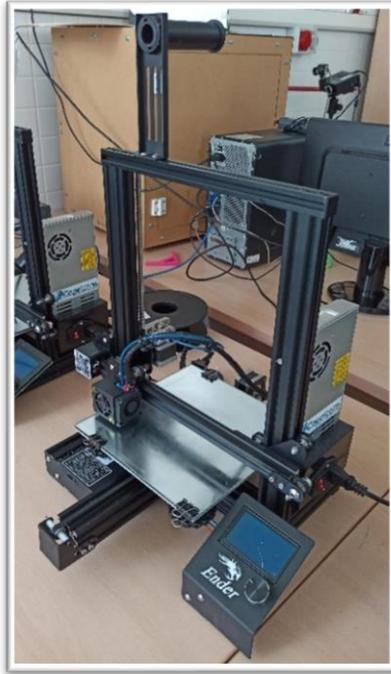


Figura 2. Impresora 3D – Ender 3 de Creality.

1.2. ¿Para qué sirve una impresora 3D?

Una impresora 3D sirve para fabricar modelos de diseños en 3D, permitiendo crear objetos con geometrías complejas y personalizadas, que difícilmente podría obtenerse mediante métodos convencionales de fabricación.

Uno de los principales usos que se le da a este tipo de impresoras es para el testeo y validación de productos, es decir, para realizar prototipos de cualquier modelo con el objetivo de evaluar e identificar aquellos defectos que no pueden percibirse a través de un papel o un diseño CAD.

En cuanto a las aplicaciones de las impresoras de FFF son muy variadas, ya que pueden emplearse para la fabricación de componentes plásticos aplicados a sectores como la arquitectura, la automoción o aeroespacial, se pueden emplear además para la creación de prototipos en el sector de la medicina, así como desarrollar ortesis personalizadas para cualquier parte del cuerpo. Otra aplicación muy común es el desarrollo de modelos de carácter decorativo o artísticos.

2. Seguridad.

2.1. Seguridad de usuario.

Para el uso de los laboratorios donde se encuentran las impresoras 3D, será necesario que los usuarios sigan una serie de recomendaciones de seguridad como las que se muestran a continuación:

- Es obligatorio el uso de bata.
- Para minimizar el riesgo de atrapamientos es necesario tener el pelo corto o recogido.
- Las mangas largas tienen especial peligro de atrapamiento, se aconseja llevarlas remangadas.
- Todas aquellas personas que trabajen con aparatos eléctricos como taladro o la sierra de calar, deberán hacerlo provistos de gafas protectoras y guantes.
- No se puede llevar aquellos accesorios que pueda causar atrapamientos en el uso de las herramientas, como por ejemplo anillos, pendientes largos, pulseras, etc...
- Por causas de seguridad es imprescindible el uso de calzado cerrado y desenchufar las herramientas de mano, sierra, torno, etc. que no se estén usando.

2.2. Seguridad del equipo.

Para utilizar las impresoras 3D, será necesario seguir atentamente las siguientes recomendaciones de seguridad:

- No abras la tapa que cubre la fuente de alimentación y la placa controladora, existe peligro de descarga eléctrica. Los componentes bajo la tapa deben ser manipulados por personal cualificado.
- Las ranuras existentes en la impresora 3D, están diseñadas para permitir el paso del aire de los ventiladores. Por ello, no se debe cubrir ni bloquear estas ranuras.
- Evita colocar la impresora 3D en espacios cerrados reducidos durante su funcionamiento (cajas, armarios...). Estos espacios no garantizan una correcta refrigeración de la máquina.
- Evita colocar la impresora 3D cerca de fuentes de calor: radiadores, aparatos con gran emisión calorífica... El funcionamiento de la máquina podría verse afectado.
- Mantén tu impresora 3D alejada de los líquidos, podría representar riesgo de incendio o descarga eléctrica.
- Evita la exposición de la impresora 3D en entornos húmedos, tales como piscinas, lavabos, fregaderos...
- En entornos potencialmente explosivos o cerca de productos químicos inflamables, apaga la impresora 3D. Respeta siempre las normas, las instrucciones y las señales de aviso.

- No almacenes ni transportes líquidos inflamables, gases o materiales explosivos en el mismo compartimento en el que se encuentren la impresora 3D, sus piezas o accesorios.
- No utilices cables o conectores dañados ni enchufes sueltos. No dobles ni dañes el cable de alimentación, evita poner objetos encima del cable de alimentación.
- Evita conectar el equipo con cables que no estén aprobados por el fabricante.
- No manipules el cable de alimentación u otros conectores con las manos mojadas. Cuando conectes el cable de alimentación u otros conectores a la impresora, asegúrate de que están firmemente insertados. Cuando quieras desconectarlos, no tires del cable de alimentación u otros conectores, sujétalos firmemente por el enchufe y tira para retirarlos.
- Desconecte el cable de alimentación de la impresora si no va a utilizarla durante un largo periodo de tiempo.
- La impresora 3D trabaja a altas temperaturas e incluye partes móviles. No toques el interior de la impresora ni el extrusor mientras está imprimiendo, ya que alcanza altas temperaturas durante su funcionamiento.
- Si necesitas acceder al interior de tu impresora 3D:
 - Asegúrate que está totalmente apagada: el interruptor está en posición “0” y el cable de alimentación no está conectado a la red eléctrica.
 - Deja que se enfríe si ha estado en funcionamiento recientemente.
- No golpees ni dejes caer la impresora 3D.
- Coloca la impresora sobre una superficie plana, sólida y estable.
- Manipula y desecha los consumibles con precaución.
- Asegúrate de que las piezas pequeñas impresas en 3D, o piezas que puedan resultar peligrosas para niños pequeños, no están a su alcance.
- Realiza un seguimiento de la impresión mientras la impresora está en funcionamiento.
- Para impedir un posible incendio, mantenga las velas o fuentes emisoras de llamas alejadas del producto.

Para el caso que se esté empleando la Witbox deberá tenerse en cuenta además el siguiente aspecto:

- Cierra la puerta frontal y la tapa superior de seguridad de la impresora 3D mientras está en funcionamiento y cuando no se esté utilizando.

3. Instrucciones de uso.

3.1. Consideraciones a tener en cuenta antes de empezar.

3.1.1. Creación del modelo y de los archivos stl y Gcode.

Antes de comenzar a imprimir será necesario disponer de un modelo 3D, que bien puede ser elaborado por uno mismo mediante un software de modelado 3D como puede ser CATIA, Solidworks o Rhinoceros; o bien, descargado de alguna de las diferentes plataformas disponibles en internet donde los usuarios suben los modelos que crean, como pueden ser Thingiverse, Cults3D o CGTrader.

Una vez que se tenga el modelo 3D será importante fijarse en el tipo de archivo en el que está guardado, ya que para que el software de la impresora lo pueda leer y ejecutar, será necesario que dicho archivo esté en formato stl.

En el caso en el que el archivo esté en un formato distinto, habría que abrirlo con el programa de modelado que se haya usado y una vez que se tiene el archivo abierto hay que darle a la opción de “guardar como → y elegimos el tipo de archivo stl” o “importar archivo → elegimos el tipo de archivo stl”.

Llegados a este punto, se tendrá que elegir que software utilizar para generar el archivo con el que trabajará posteriormente la impresora. Para este caso se hará uso de uno de los software más importantes y que mayor uso tiene, como es Ultimaker Cura, que además se trata de un software completamente gratuito que puede descargarse a través del siguiente enlace (<https://ultimaker.com/es/software/ultimaker-cura>).

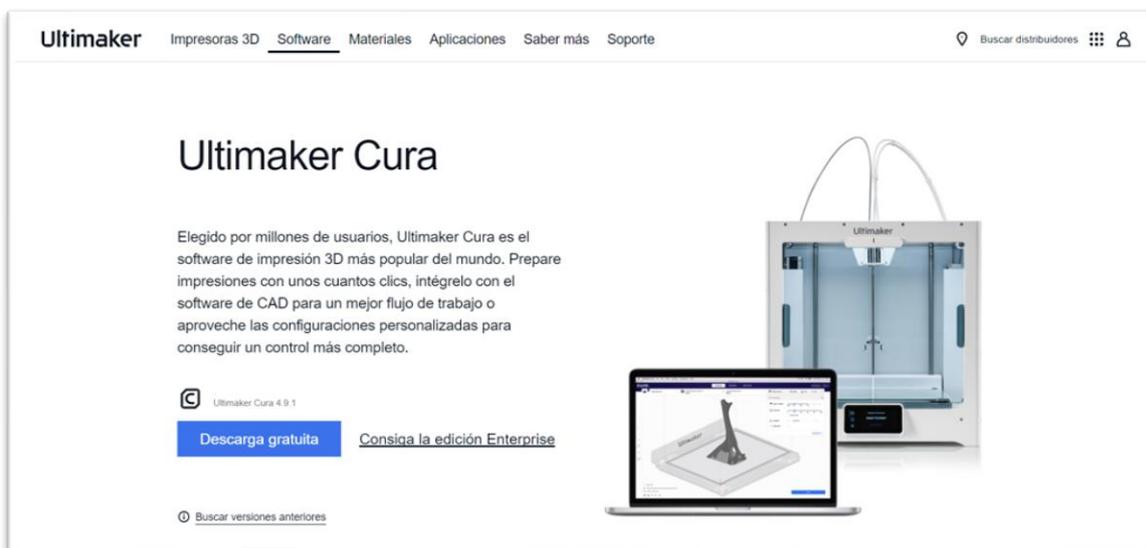


Figura 3. Software Ultimaker Cura.

Una vez que se tiene descargado Ultimaker Cura, lo primero que habrá que hacer será añadir en el software el tipo de impresora que se va a emplear, el material y el tamaño de la boquilla del extrusor.

Por ejemplo, como se muestra a continuación, se podría seleccionar como impresora la Creality Ender 3, pero también podría seleccionarse la Witbox de BQ, ya que son las impresoras que están disponibles en la Escuela Superior de Ingeniería.

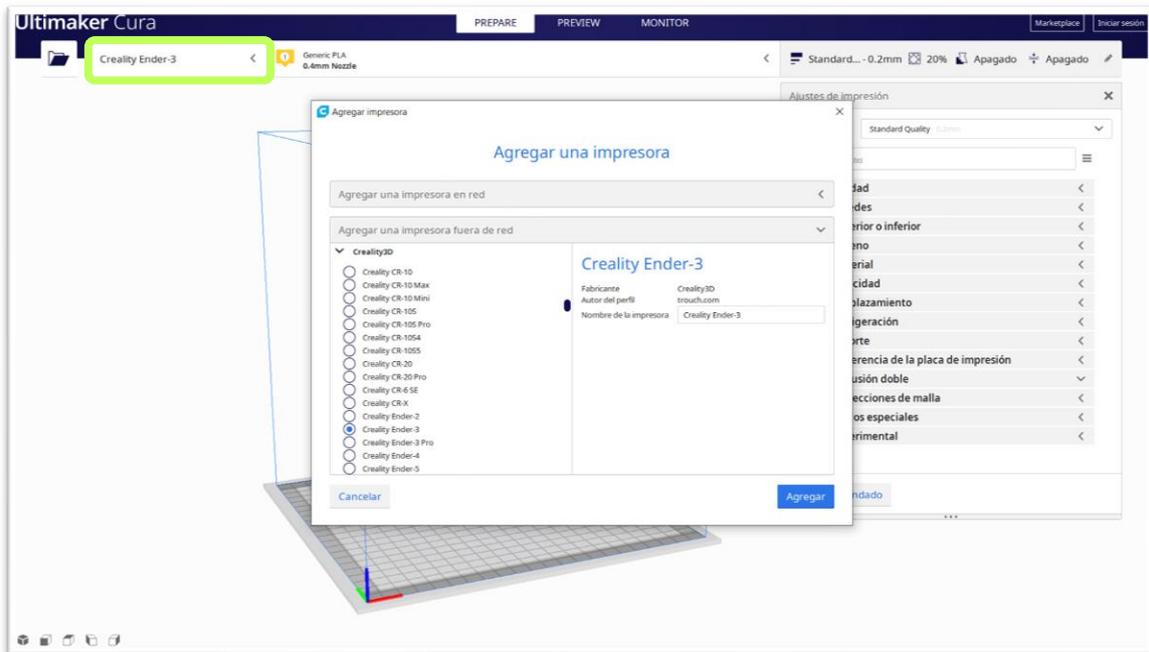


Figura 4. Elección del tipo de impresora 3D.

Si se decide trabajar con la Creality Ender 3, aparecerá una pestaña en la que se muestran ciertos parámetros que necesitan ser confirmados o modificados para que coincidan con las características de la impresora (si se elige la Witbox esta ventana no aparecerá).

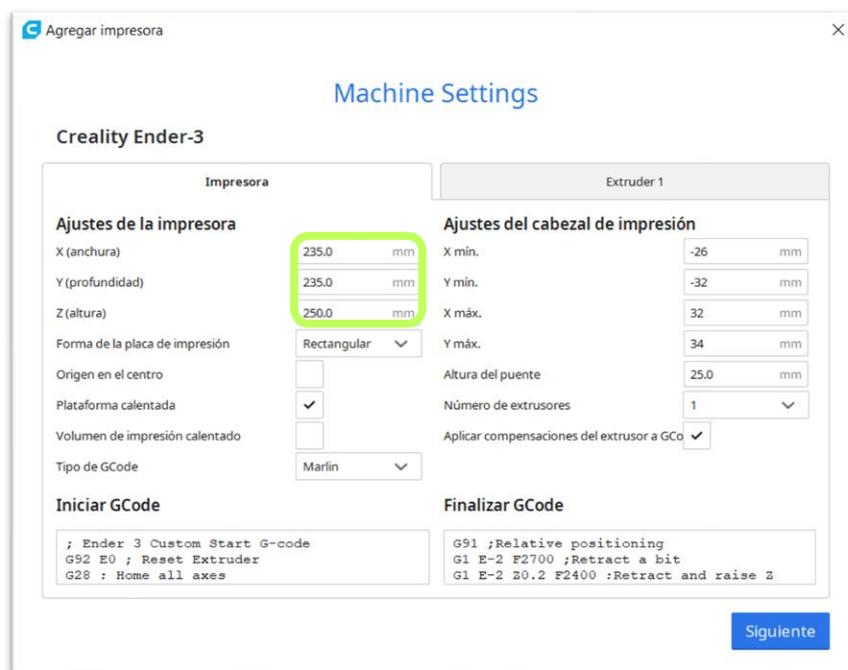


Figura 5. Configuración de los parámetros de la impresora 3D.

En este caso, hay que cambiar las dimensiones de impresión de la anchura y la profundidad que son de 220 mm en ambas, en lugar de los 235 mm que aparecen por defecto en la pestaña de configuración.

Después de agregar la impresora junto con sus características (Ender 3 o Witbox), se elige el material que se desea utilizar para la impresión y además se selecciona el tamaño de la boquilla que tiene el extrusor de la impresora. Como se ve a continuación, en este caso se va a elegir como material el PLA, ya que se trata de un material muy fácil de trabajar con él y además ofrece una gran calidad, y un tamaño de boquilla de 0,4 mm.

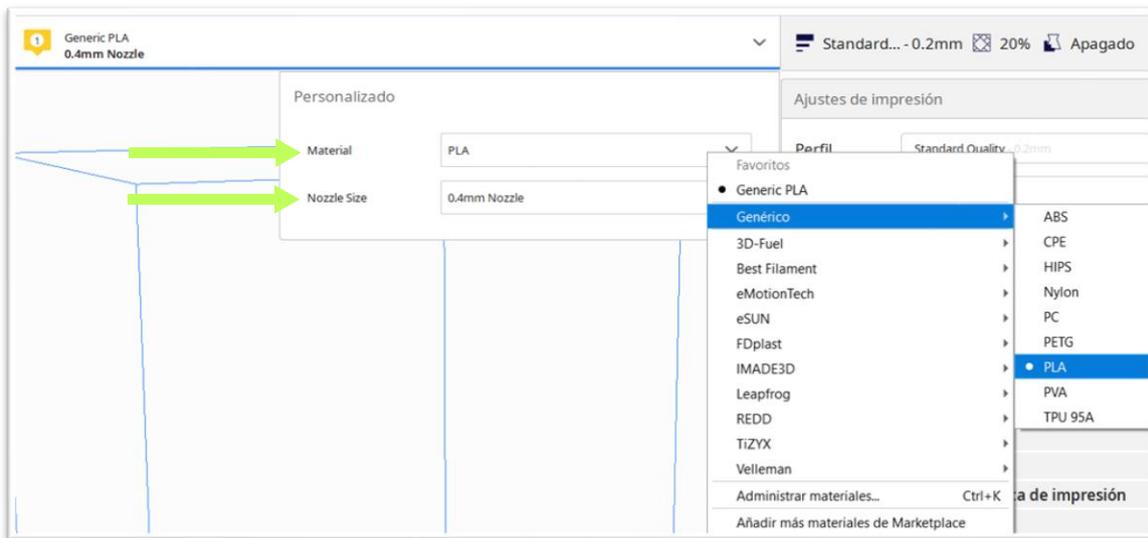


Figura 6. Selección de material y tamaño de boquilla.

Tras esta etapa de configuración del software, importamos el archivo stl del modelo que se había preparado mediante el icono carpeta, o mediante “Archivo – Abrir archivo(s)”.

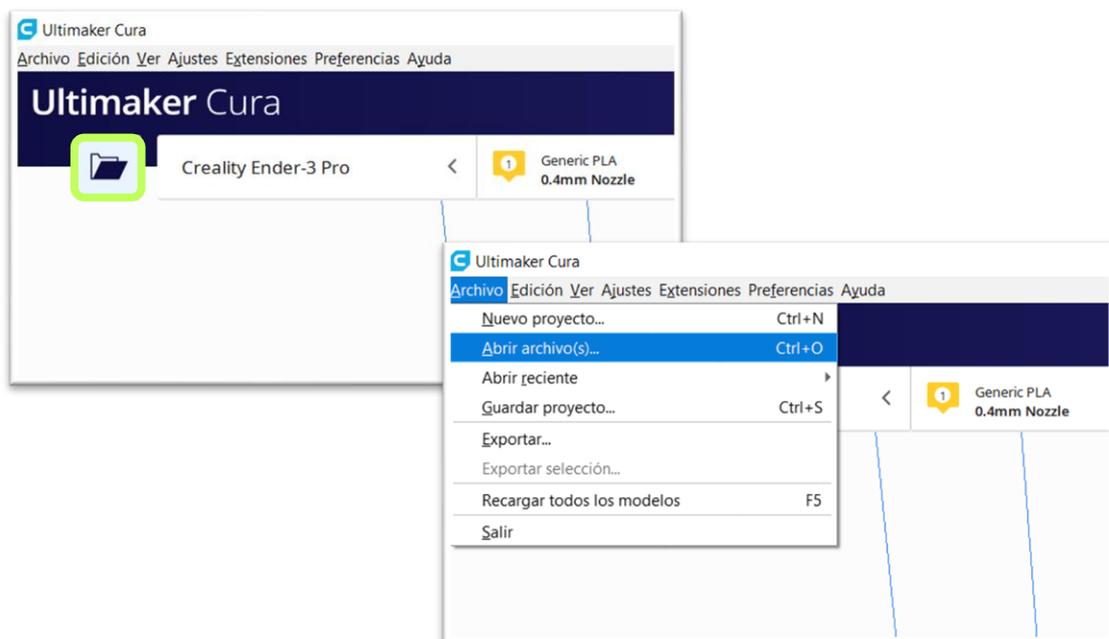


Figura 7. Importación de archivos stl.

Lo primero que habría que hacer nada más importar el modelo sería ajustarlo a la base en el caso que se quisiera colocar de una forma diferente a la predeterminada y escalarlo si fuese necesario a un tamaño que se considere oportuno y que se encuentre dentro de los márgenes de las dimensiones de la impresora (Figura 9).

Para realizar estas modificaciones se debe hacer uso de la barra de herramientas que se sitúa a la izquierda de la pantalla.

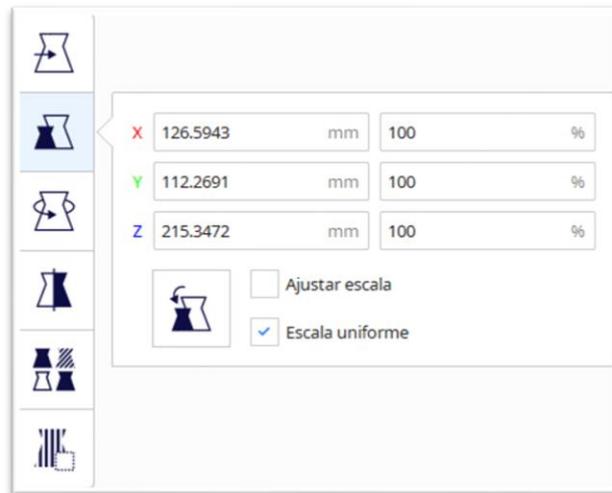


Figura 8. Barra de herramientas.

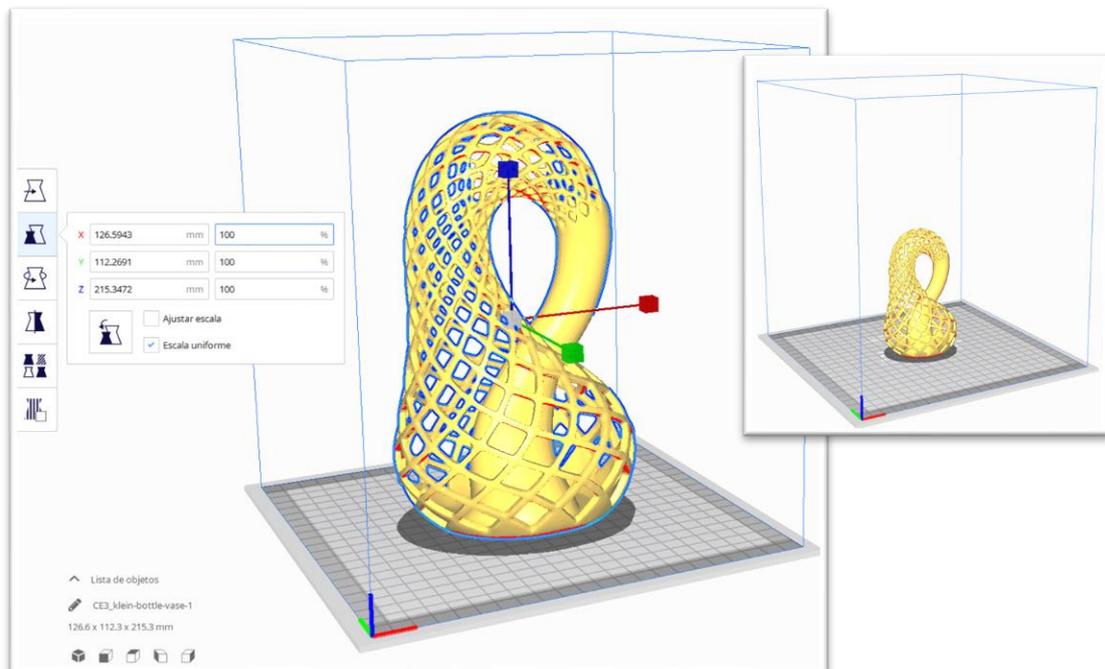


Figura 9. Colocación y transformación del modelo.

El último paso antes de generar el archivo de impresión (Gcode), es aplicar al modelo importado a Cura todos los ajustes de impresión. Estos ajustes se pueden elegir a partir de varias formas, una de ellas sería eligiendo uno de los perfiles de impresión que el software genera por defecto en función del material y el tamaño de la boquilla elegidos anteriormente. Otra opción sería la de importar el perfil de impresión elaborado por la propia Escuela Superior de Ingeniería creado en función de las máquinas disponibles, y finalmente estaría la posibilidad de crear un perfil propio completamente personalizado por el usuario en función de los parámetros que considere oportunos para desarrollar su modelo.

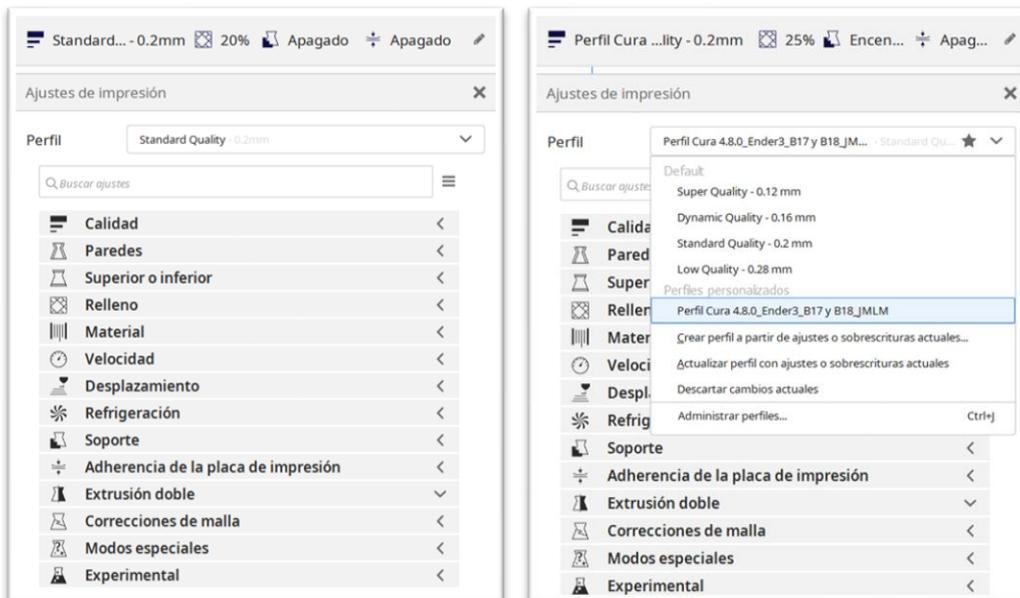


Figura 10. Elección del perfil de ajustes de impresión.

Después de aplicar los ajustes de impresión, es importante hacer uso de la vista previa que ofrece Cura, ya que en ella se pueden detectar posibles problemas o fallos que puedan producirse posteriormente durante el proceso de impresión, y para ello será necesario aplicarle la segmentación al modelo para que lo divida en capas.

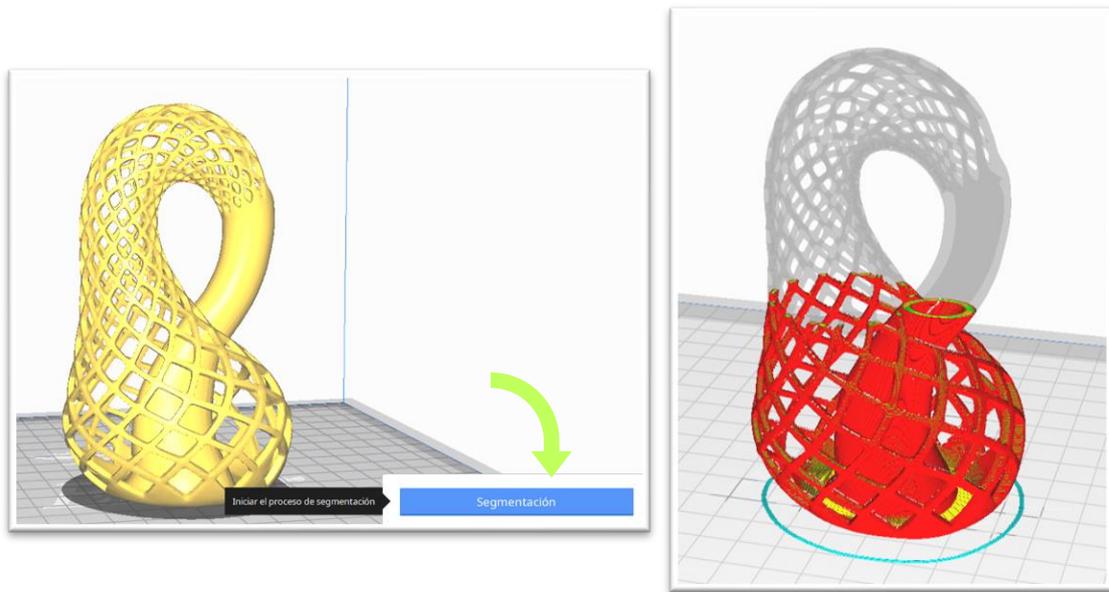


Figura 11. Vista previa de impresión.

Dicho esto, y tras comprobar de que todo los ajustes son correctos, se genera el archivo Gcode que será el que se inserte en la impresora mediante una tarjeta de memoria microSD .

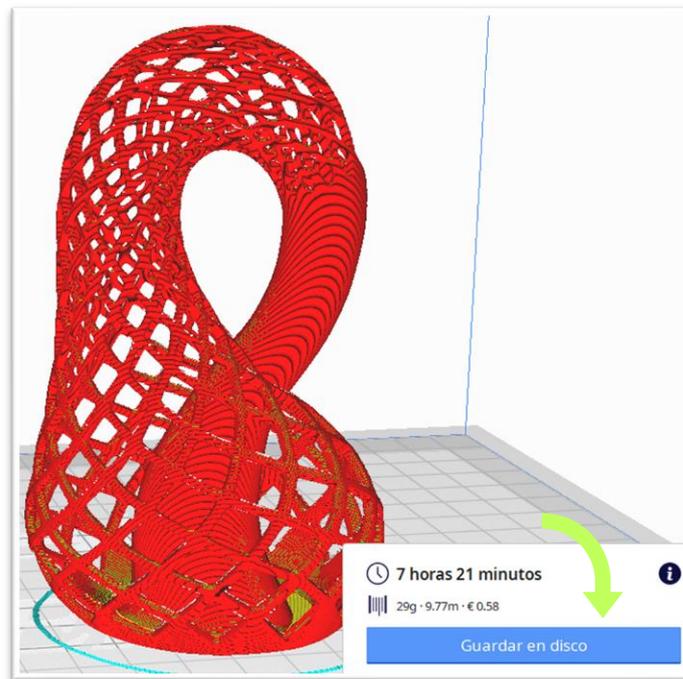


Figura 12. Guardar el archivo Gcode.

3.1.2. Colocación y cambio de los filamentos.

Otro de los aspectos que deben tenerse en cuenta antes de comenzar a imprimir es la colocación del material en la impresora, o en el caso contrario, el cambio de material de una bobina de filamento por otra.

Agregar material a una impresora es un paso muy sencillo, en el caso de que se fuese a emplear la impresora **Creality Ender 3**, lo primero que habría que hacer sería calentar el extrusor, para ello nos vamos a la pantalla de la impresora y seguimos los siguientes pasos:

Control → Temperature → Nozzle: 210 °C (la temperatura vendrá en función del material que se vaya a usar, para este caso si se emplea PLA habría que darle su temperatura de extrusión).

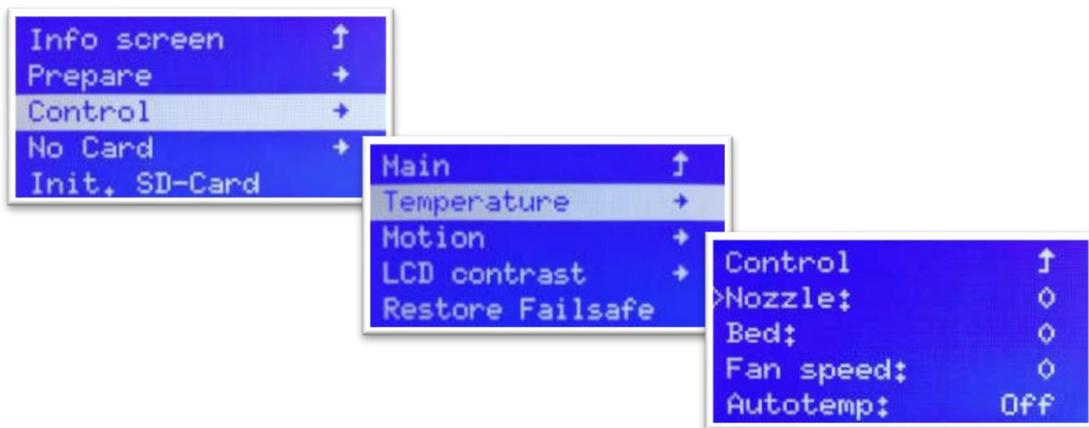


Figura 13. Pasos para precalentar el extrusor.

Mientras se va calentando el extrusor, se coloca el rollo de material en el soporte y se comprueba el estado del extremo del filamento, ya que para cargar el material a la impresora el extremo del material debe tener un corte limpio, para que no cause problemas durante su introducción.

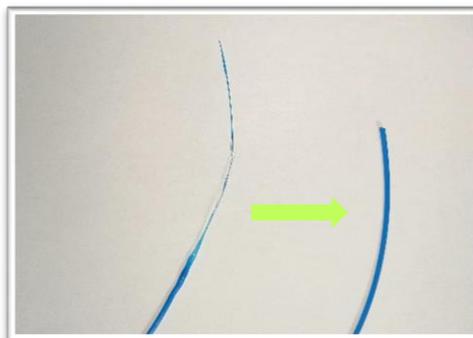


Figura 14. Extremo del filamento.

Para cargar el material se introduce el filamento por el pequeño orificio del extrusor, situado en el lateral izquierdo de la impresora, y se hace presión sobre la palanca para que el filamento llegue hasta el conducto. Una vez que el filamento se encuentra dentro del tubo se continua empujandolo hasta que llegue al final.

Lo último que habría que hacer es purgar el material, es decir, hacer que salga por la boquilla del extrusor y así se comprueba que estaría perfectamente colocado para comenzar a imprimir.

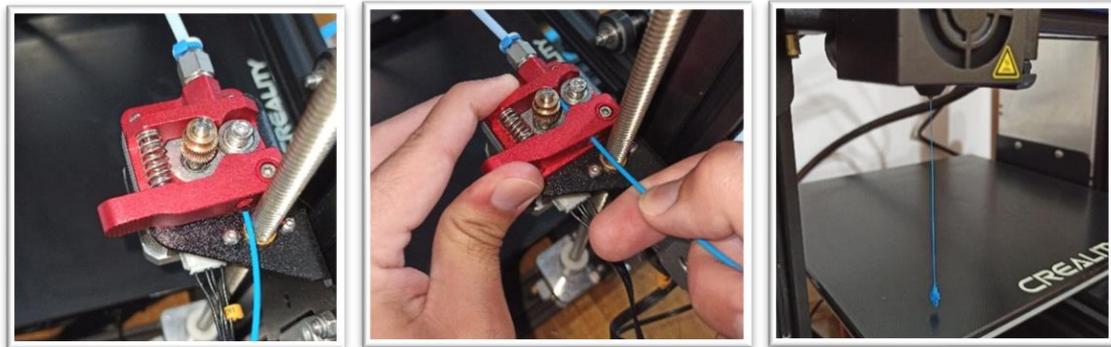


Figura 15. Introducción y purga del material en la Creality Ender 3.

Para el caso en el que haya un material colocado y se quiera sustituir por otro, el proceso es muy similar y no tiene mayor complejidad que el anterior. Lo primero que habría que hacer es calentar el extrusor hasta la temperatura de fusión del material que está colocado, y una vez que alcance dicha temperatura, se hace presión sobre la palanca y se tira lentamente del material hacia el exterior. Cuando se tenga el material fuera será necesario cortar el extremo que estará deformado por el calor, y así se deja el rollo de material operativo para el próximo usuario.

Tras retirar el filamento, el proceso de carga de material sigue los mismos pasos que el proceso descrito anteriormente.

En el caso que se estuviera empleando la impresora **Witbox de BQ**, el proceso de carga y cambio de material es muy parecido. En esta impresora, después de poner a calentar el extrusor, el filamento se introduce por un orificio situado en la parte posterior de la misma, y se empuja el material a lo largo de la guía de plástico hasta que llega al extrusor.

En ese momento haciendo uso de la pantalla de la impresora se selecciona “Control → Filamento → Cargar”, y de esta forma el extrusor introduce completamente el filamento y lo extruye brevemente.

Este mismo proceso se aplicaría para retirar el material que estuviera colocado en la impresora, pero seleccionando en la pantalla la siguiente opción “Control → Filamento → Descargar”.



Figura 16. Carga y descarga de filamento en la Witbox 1 de BQ.

3.1.3. Calibrado de la cama de impresión.

Lo primero en lo que hay que fijarse antes de realizar la nivelación de la cama de cualquiera de las impresoras es comprobar que tanto la cama como la boquilla del extrusor no tengan restos de material, y en el caso que los tenga, sería necesario limpiarlos y retirarlos para que de esta forma no influyan en la nivelación de la cama.

Si se está haciendo uso de la **Creativity Ender 3**, el siguiente paso será llevar el extrusor al punto inicial de impresión mediante “Prepare → Auto Home” y posteriormente deshabilitar los motores mediante “Prepare → Disable Steppers” para poder mover el extrusor con total libertad en cualquier eje.

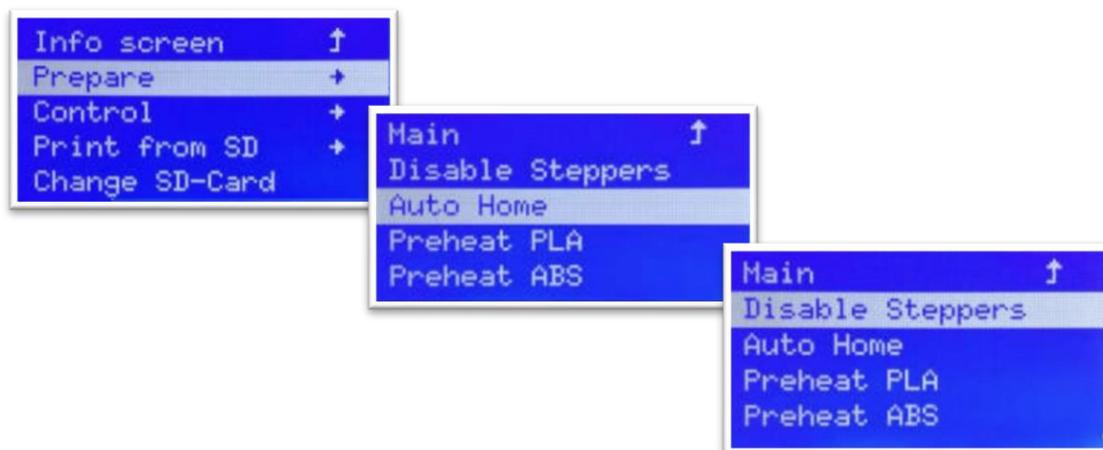


Figura 17. Posicionamiento del extrusor en el punto inicial.

Para saber cuál es la distancia correcta que debe haber entre la boquilla del extrusor y la cama, se hará uso de un folio, de manera que la distancia entre ambas partes sea el grosor del folio, de tal forma que el folio al pasar entre la boquilla y la cama debe rozar ligeramente. La distancia óptima debe ser en torno a 0,1 – 0,2 mm.

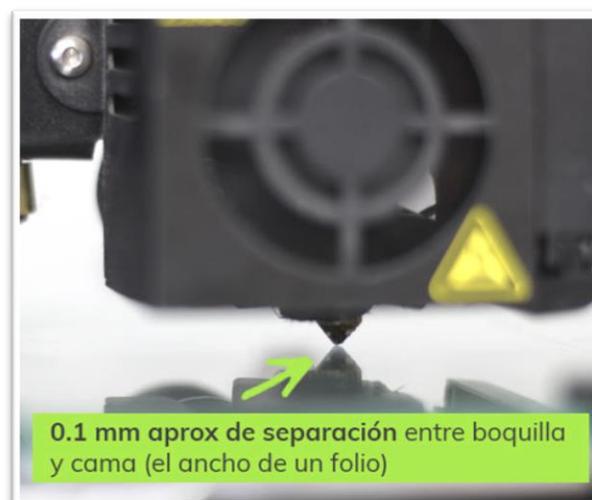


Figura 18. Distancia óptima entre la cama y la boquilla.

Esa distancia que debe haber entre la boquilla y la cama se ajusta mediante unas ruedas de nivelación que se sitúan debajo de cada una de las esquinas de la cama.

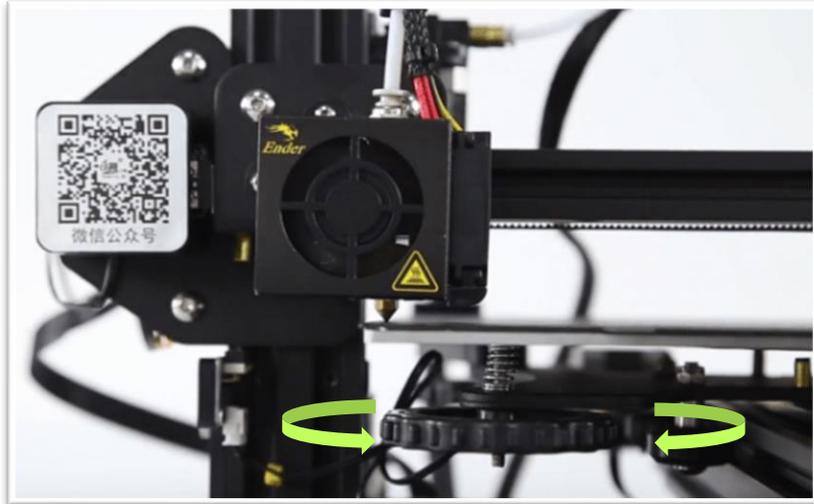


Figura 19. Ruedas de nivelación de la Creality Ender 3.

Con estas ruedas se consigue subir o bajar la cama para poder nivelarla. Será necesario por lo tanto pasar un folio por cada una de las esquinas y mover las ruedas hasta conseguir la distancia óptima a la que se hacía referencia anteriormente. Este proceso de calibrado se debe realizar en cada una de las esquinas y en el centro como se muestra a continuación.



Figura 20. Puntos de la cama donde realizar la calibración.

Si se está empleando la impresora **Witbox de BQ**, el proceso de calibrado de la cama es diferente, ya que esta impresora trae un asistente de nivelación de la base de forma que el proceso es más sencillo e intuitivo. Este asistente para nivelar la cama se ejecuta mediante “Control → Nivelar base” e inmediatamente la impresora se prepara para posicionarse en cada uno de los tres puntos de nivelación que tiene. Para comenzar con el primer punto hay que pulsar el botón y de esta forma confirmas que estas preparado para nivelar la base.



Figura 21. Nivelar la base de la Witbox 1 de BQ.

A continuación, el extrusor se coloca sobre el primer punto de nivelación, situado encima de una rueda de nivelación, la cual debe girarse en uno u otro sentido hasta dejar una distancia entre la base y el extrusor del espesor de un folio. En este sentido, se aplica el mismo procedimiento que con la Creality Ender 3, una vez que se ha calibrado el primer punto se vuelve a pulsar el botón y se pasa al siguiente, y así hasta calibrar los tres puntos de nivelación que tiene la Witbox. Este proceso de nivelación habría que repetirlo una vez más para así asegurar que la base está correctamente calibrada.

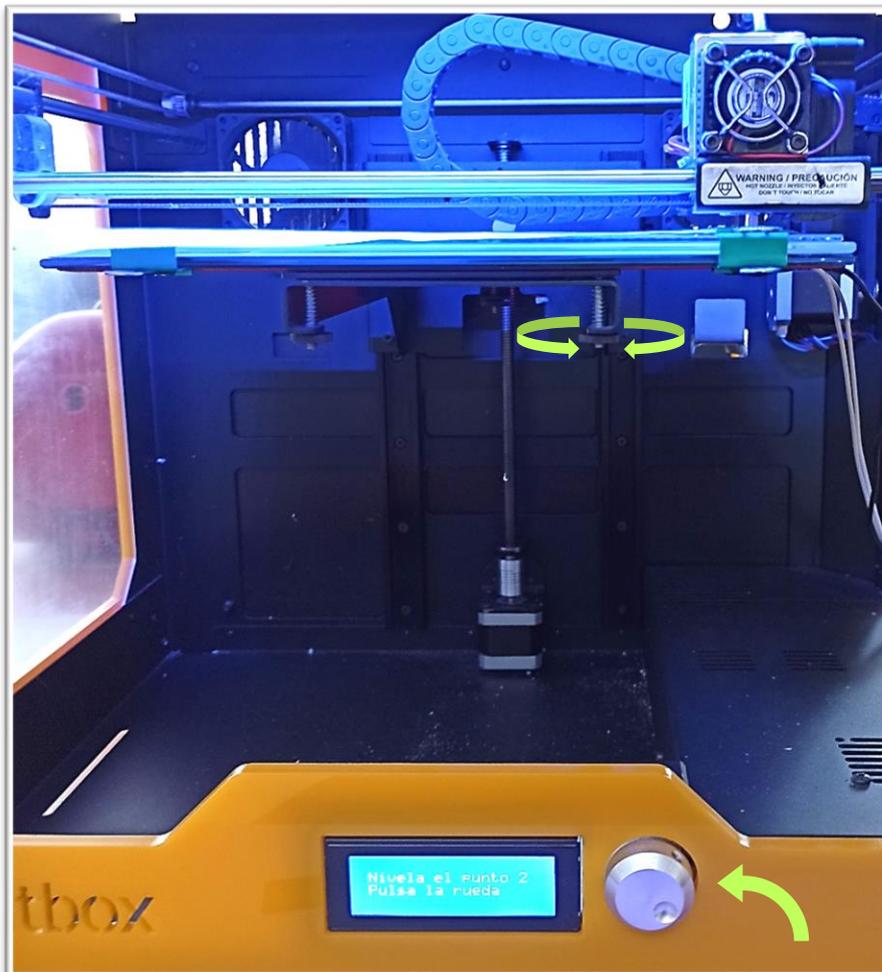


Figura 22. Nivelación de los puntos de referencia de la Witbox 1 de BQ.

3.1.4. Como reconocer si la cama está mal calibrada.

Algunos de los síntomas que se pueden encontrar para saber que hay una mala calibración de la base de impresión son:

- La primera capa apenas es visible o es muy delgada: esto indica que la altura Z está configurada demasiado baja, creando un espacio entre la boquilla y la base muy pequeño. El filamento no puede salir de forma fluida, seguramente acabe en atasco.
- La boquilla raspa la base de impresión: esto también indica que la boquilla está demasiado cerca de la base.
- El filamento no se adhiere a la superficie: seguramente la boquilla esté demasiado lejos de la base.
- El filamento sale como espagueti: en este caso, la boquilla está muy, muy separada de la cama caliente. Hay que nivelar la cama acercándola más a la boquilla.

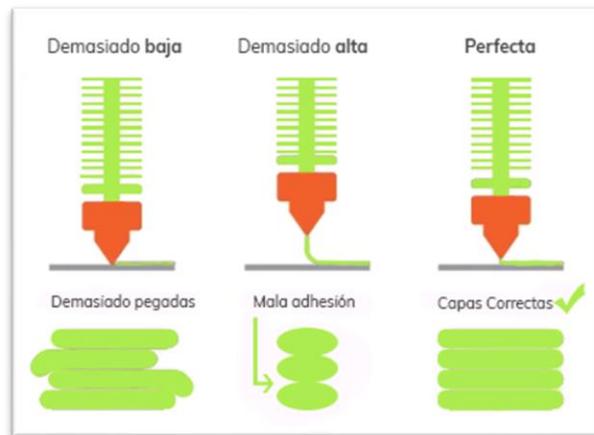


Figura 23. Detección de una mala nivelación.

Una buena nivelación tiene que dejar una primera capa limpia, perfectamente adherida entre las capas, y pegada por completo a la base.

3.1.5. Preparación de la cama caliente de la Witbox de BQ.

Antes de comenzar a trabajar con la cama caliente de la Witbox se debe hacer especial atención a ciertos aspectos como, no establecer temperaturas mayores a 85°C en el controlador. No existe ningún peligro, pero las lecturas de temperatura del controlador tienen unas variaciones de hasta 5 °C por encima una vez deja de calentar y se espera hasta que se estabilice. Cuando se establezca una temperatura en el controlador (sobre todo en altas) el controlador para de calentar a la temperatura que hemos indicado, pero el controlador tiene un sistema de protección en el cual deja de funcionar si se superan los 99,99 °C (se escuchará un pitido). La temperatura máxima aconsejada para este kit es de 85 °C.

Para poder programar la cama se utilizará solo los 2 primeros menús. Pulsar el botón central durante 3 segundos para acceder al menú, la pantalla empezará a parpadear (para avanzar por los siguientes menús pulsar una vez el botón central).

Menús:

- TS1: Temperatura deseada. Con los botones de arriba y abajo establece la temperatura deseada para tu cama caliente, recuerda no superar los 85°C. Una vez seleccionada la temperatura, mantén pulsado el botón central durante 3 segundos para guardar.
- DS1: Diferencia de temperatura máxima establecida. Ejemplo, si ponemos una temperatura de 60 °C con diferencia en DS1 de 5 °C, el controlador activará la cama cuando baje a 55 °C. Lo recomendado es dejarlo en 5-10 °C.
- CA: Calibración de la temperatura, dejar siempre en 0 recomendado.
- TR: Siempre dejar en 0.



Figura 24. Controlador de la cama caliente de la Witbox.

3.2. Funcionamiento básico y general.

En este apartado, se muestra brevemente todo el proceso de impresión de un modelo 3D, teniendo en cuenta además, todas las consideraciones mostradas anteriormente. Este proceso de impresión se resume en los siguientes 12 pasos de forma general:

1. Obtención del modelo 3D (creación propia o descargado).
2. Importar archivo stl del modelo en el software de impresión 3D, como puede ser Ultimaker Cura.
3. Ajustar el modelo a las dimensiones de la impresora que vaya a emplearse y aplicar todos los ajustes de impresión que se consideren oportunos, bien por medio de perfiles básicos, perfiles descargados o perfiles de impresión personalizados.
4. Generar el archivo Gcode y guardarlo en la tarjeta microSD.
5. Encender la impresora e insertar la tarjeta microSD.
6. Colocar, cambiar o comprobar el material que se vaya a emplear.
7. Verificar que la base esté calibrada (no es necesario calibrar la base cada vez que se vaya a realizar una impresión, pero si es importante cada cierto tiempo verificar que está bien nivelada).
8. Aplicar el fijador (laca o pegamento) a la base de impresión.
9. Iniciar la impresión: "Print from SD → Elección del archivo a imprimir"
10. Para asegurar que la impresión se lleve a cabo correctamente, las primeras capas de impresión deben ser perfectas. Si durante este periodo inicial se detecta algún tipo de fallo se recomienda parar el proceso de impresión, corregir la causa que provoca dicho fallo y posteriormente volver a empezar el proceso.
11. Una vez finalizado el proceso de impresión será necesario esperar unos minutos para que se enfríe tanto el extrusor como la cama de impresión, ya que es más fácil retirar las piezas una vez que se ha enfriado la cama caliente.
12. Tras retirar la pieza, se deben retirar todos los soportes que se hayan generado si fuese el caso, y además se deberá limpiar la base con un trapo húmedo para retirar los restos de laca o pegamento.

Todos estos pasos se aplicarán para un caso real en el apartado siguiente.

3.3. Funcionamiento paso a paso de un caso práctico.

En este apartado se va a aplicar el proceso de impresión descrito anteriormente para obtener un modelo impreso en 3D. Se van a seguir cada uno de los 12 pasos esenciales describiéndolos de forma detallada y clara.

3.3.1. Obtención del modelo 3D.

Como se ha comentado en apartados anteriores, existen plataformas en internet donde se pueden descargar archivos y modelos de objetos listos para ser impresos, pero en este caso, se va a crear un modelo sencillo que sea fácil de imprimir mediante Solidworks, aunque podría utilizarse cualquier programa de modelado.

Este modelo va a consistir en un cubo hueco de 50x50x40 mm y 5 mm de espesor, y se va a desarrollar a partir de un croquis sencillo acotado con las medidas mencionadas, al que se le aplicará una extrusión de 40 mm para convertirlo en un sólido. Una vez listo el modelo, se guarda el archivo en formato stl.

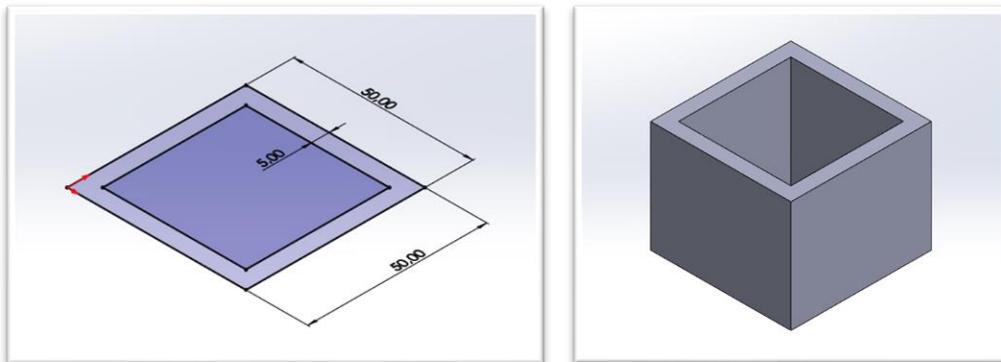


Figura 25. Desarrollo del modelo en Solidworks.

3.3.2. Importar archivo stl en Ultimaker Cura.

Se abre el archivo stl con el software de impresión Ultimaker Cura a través del icono de carpeta que aparece en la parte superior izquierda. Dentro de la interfaz de Cura, se selecciona la impresora que se va a utilizar para la impresión de la pieza, que en este caso será la Creality Ender 3, y el tipo de material y boquilla que van a emplearse, siendo el material PLA de 1,75 mm de grosor y una boquilla de 0,4 mm.

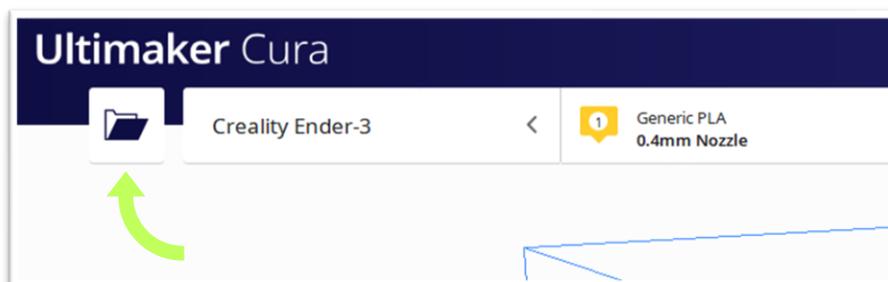


Figura 26. Importar archivo stl y elección de impresora y material.

3.3.3. Ajuste del modelo y de los parámetros de impresión.

Una vez que se importa el modelo, este aparece de forma predeterminada en el centro de la base del software, como puede verse en la siguiente imagen, el modelo está apoyado a la base por uno de sus laterales y no de forma vertical como se había diseñado.

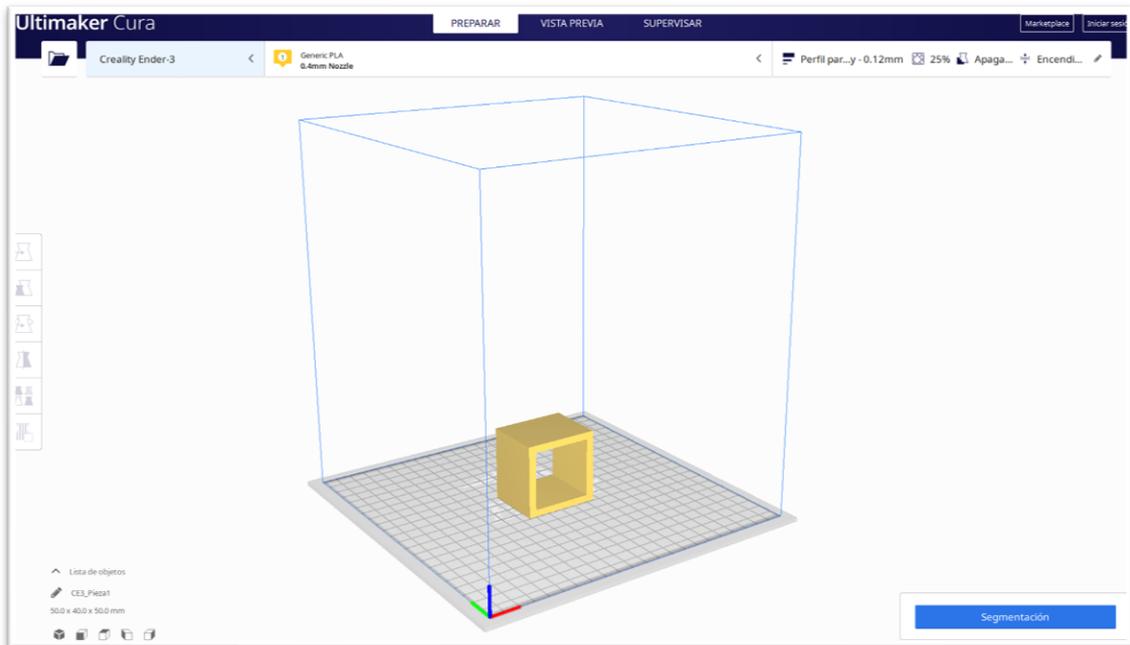


Figura 27. Modelo importado a Ultimaker Cura.

Si se mantuviera en esa posición, al tener partes en voladizo o suspendidas en el aire, va a necesitar de soportes, y esto implica que, el proceso de impresión dure más tiempo, que se tenga que emplear más material, y además, el acabado de las paredes en contacto con los soportes no va a quedar totalmente liso.

Por lo tanto, lo ideal sería que, cuando ocurra un caso similar donde hay partes del modelo que están en voladizo, se buscará la posición óptima del modelo donde se necesite de los menos soportes posibles.

Para el caso sobre el que se está trabajando es muy fácil encontrar dicha posición, ya que solo habría que girar el modelo o elegir la cara del modelo que estaría en contacto con la base. Para ello habrá que hacer uso de las herramientas que aparecen en la parte izquierda de la pantalla, en concreto la tercera herramienta, dentro de la cual se elegiría la última operación, que permite seleccionar la cara que se quiere que esté apoyada en la base.

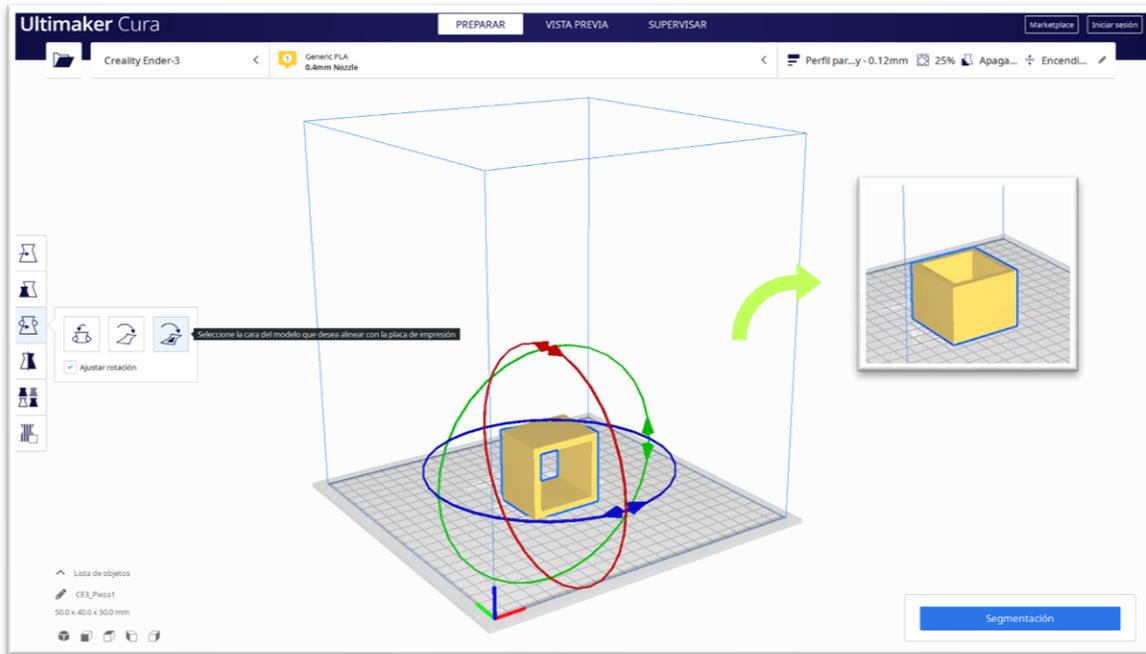


Figura 28. Selección de la cara del modelo que se desea alinear con la base de impresión.

Una vez que se tiene el modelo situado, se continúa con los ajustes de impresión, para los que se hará uso de un perfil de impresión elaborado por la propia universidad y específico para las impresoras Creality Ender 3. Para ello habrá que entrar en “administrar perfiles ...” e importar el perfil de impresión mencionado.

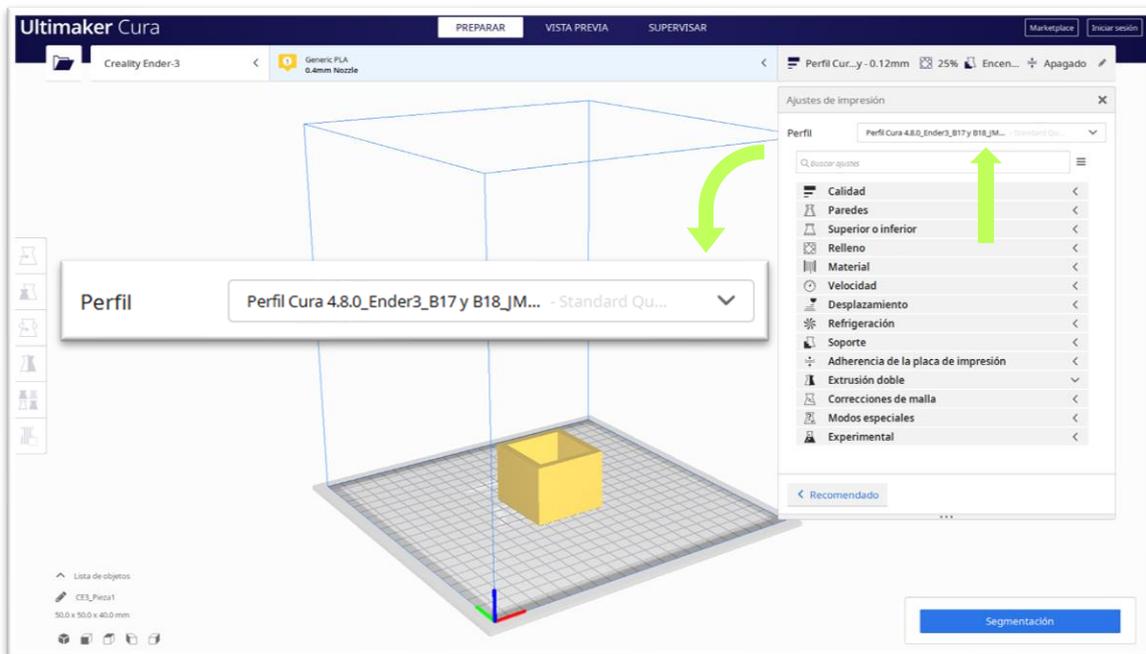


Figura 29. Importar perfil de impresión de la Escuela Superior de Ingeniería.

A continuación, se muestra una tabla en la que se resumen los principales parámetros con los valores que tendrían haciendo uso del perfil de extrusión elaborado por la Escuela Superior de Ingeniería para las impresoras Creality Ender 3.

<i>Calidad</i>	Altura de capa	0,12 mm
	Altura de capa inicial	0,2 mm
	Ancho de línea	0,4 mm
<i>Paredes</i>	Grosor de la pared	1,2 mm
	Expansión horizontal	0,08 mm
	Expansión horizontal capa inicial	0,12 mm
<i>Superior o inferior</i>	Grosor superior (nº capas)	1,2 mm (10)
	Grosor inferior (nº capas)	1,2 mm (10)
<i>Relleno</i>	Densidad de relleno	25 %
	Patrón de relleno	Triángulos
<i>Material</i>	Temperatura de impresión	210 °C
	Temperatura de la placa de impresión	60 °C
	Flujo	98 %
<i>Velocidad</i>	Velocidad de impresión	55 mm/s
	Velocidad de desplazamiento	120 mm/s
	Velocidad de capa inicial	20 mm/s
	Velocidad de falda/borde	20 mm/s
<i>Desplazamiento</i>	Habilitar retracción	Sí
	Distancia de retracción	3,8 mm
	Velocidad de retracción	75 mm/s
<i>Refrigeración</i>	Activar refrigeración de impresión	Sí
	Velocidad del ventilador	100 %
<i>Soportes</i>	Generar soportes	Sí
	Estructura de soporte	Normal
	Colocación de soporte	En todos sitios
	Ángulo de voladizo del soporte	70 °
	Patrón del soporte	Líneas
<i>Adherencia de la placa de impresión</i>	Tipo de adherencia de la placa de impresión	Falda
	Recuento de líneas de falda	3
	Distancia de falda	5 mm

Tabla 1. Ajustes de los parámetros de impresión.

Con estos parámetros el tiempo de impresión de la pieza sería de 5 horas y 40 minutos, un tiempo bastante prolongado que viene definido por los ajustes de impresión elegidos.

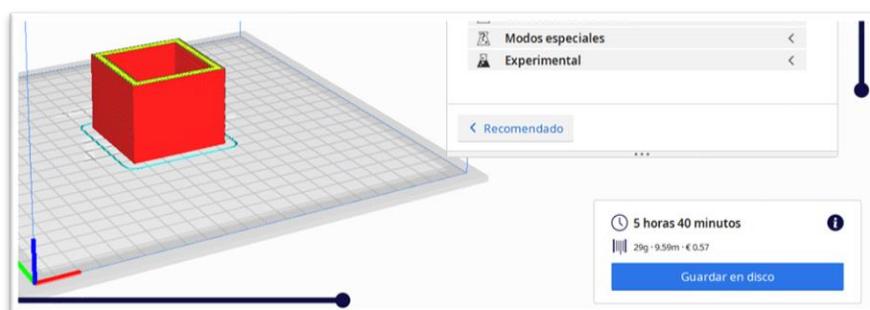


Figura 30. Tiempo de impresión inicial.

Para reducir los tiempos de impresión, será necesario modificar ciertos valores de los ajustes que lo permitan, y que a su vez, no comprometan la calidad final del objeto que se quiere imprimir.

En la siguiente tabla se muestran algunos de los valores que se han cambiado respecto a la tabla anterior y que van a permitir reducir de manera considerable el tiempo de impresión final de la pieza que será de 3 horas y 3 minutos.

<i>Calidad</i>	Altura de capa	0,2 mm
<i>Superior o inferior</i>	Grosor superior (nº capas)	1,2 mm (6)
	Grosor inferior (nº capas)	1,2 mm (6)
<i>Relleno</i>	Densidad de relleno	20 %

Tabla 2. Cambio en los ajustes de impresión.

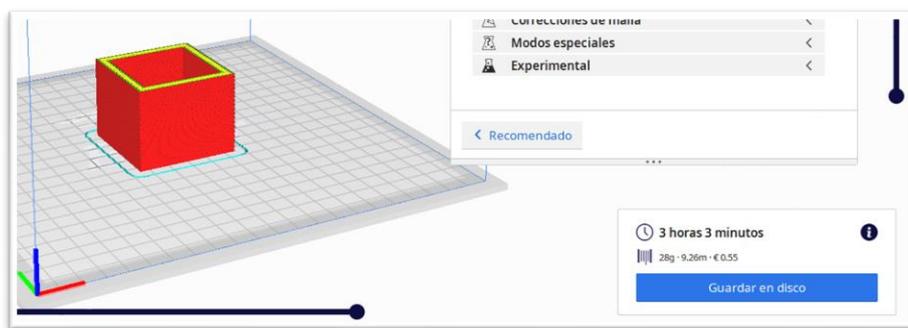


Figura 31. Tiempo final de impresión.

3.3.4. Preparación de la impresora y proceso de impresión.

Una vez se tiene la pieza con los ajustes de impresión, se guarda el archivo en la una tarjeta microSD, y se inserta en la ranura de la impresora para comenzar con el proceso de impresión.

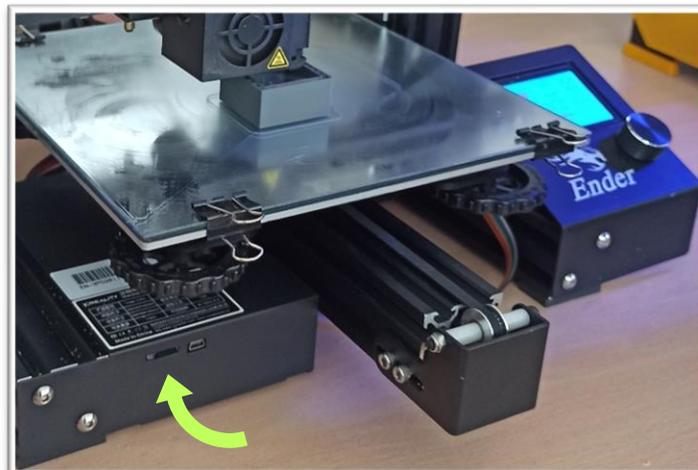


Figura 32. Insertar tarjeta microSD.

El siguiente paso, será encender la impresora mediante el botón de encendido situado en el lateral derecho de la misma, y comprobar que la impresora tiene el material preparado (sino habría que colocarlo) y que la placa de impresión esté calibrada.

El último paso antes de empezar a imprimir será aplicar el pegamento o laca a la base de la impresora, para que la pieza a imprimir se fije lo mejor posible a la base. En la Escuela Superior de Ingeniería hay tanto laca común del pelo que se suele emplear como fijador, como pegamento en spray como el que se puede observar a continuación. En ambos casos el modo de aplicación y la función que tienen los dos productos son iguales.

Debe aplicarse muy poca cantidad, y desde una distancia de unos 20 cm, sobre la zona donde irá impresa el objeto.



Figura 33. Spray fijador.

Finalmente, tras aplicar el producto que va a hacer de fijador, se ejecuta el archivo de impresión elaborado anteriormente en Ultimaker Cura, y para ello, se presiona la rueda de control situada junto a la pantalla, y se selecciona la opción "Print from SD" donde se elige el archivo creado.

Una vez seleccionado el archivo, empieza a calentarse tanto la base de la impresora como el extrusor, y cuando llegan a la temperatura indicada en los ajustes de impresión comienza la extrusión del modelo. Un aspecto importante en este tramo, será prestar atención de cómo se van creando las primeras capas, para así asegurar de que todo se está realizando bien.

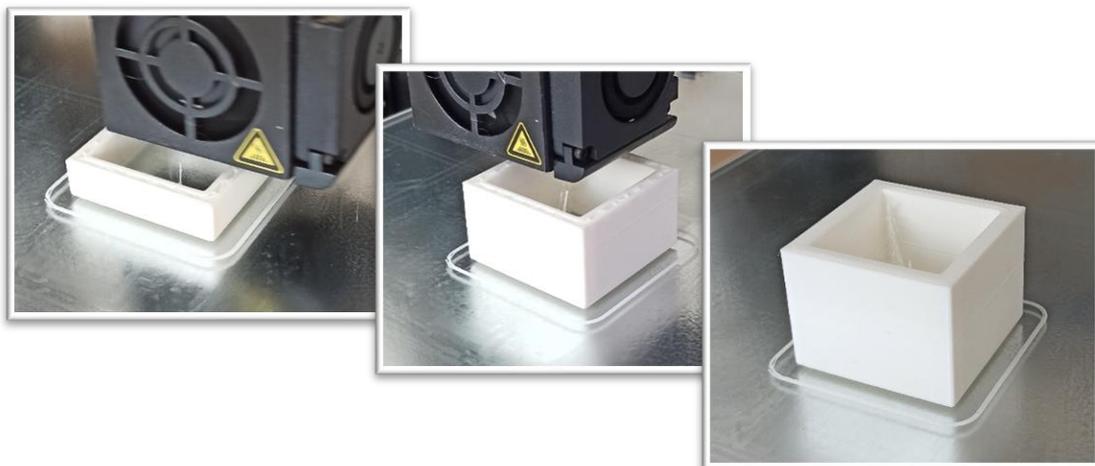


Figura 34. Proceso de impresión.

3.3.5. Finalización del proceso de impresión.

Tras finalizar el proceso de impresión, será necesario esperar a que la base se enfríe para poder retirar con mayor facilidad tanto la pieza como los soportes o material de apoyo.

Después de la retirada de la pieza y material sobrante, se puede pasar un trapo humedecido sobre la base de la impresora para retirar los restos de spray o laca empleado para la adherencia de la pieza.

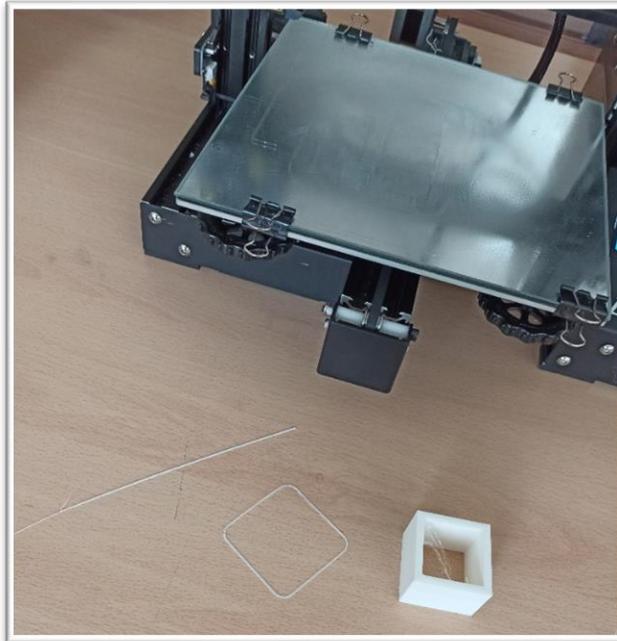


Figura 35. Retirada de la pieza y material sobrante.

3.4. Limpieza y recogida.

Una vez finalizado el proceso de impresión y de retirar el modelo de la cama de la impresora, es necesario retirar todos los restos de soportes que hayan quedado en ella y además limpiarla con un trapo húmedo para así eliminar los restos de la laca o pegamento empleado para que la pieza se fijara a la cama.

De esta forma se deja la impresora limpia para que el siguiente usuario que vaya a hacer uso de ella se la encuentre en condiciones óptimas para que pueda llevar a cabo su trabajo de forma inmediata.

4. Materiales de trabajo.

Todos los materiales disponibles para ser usados en las impresoras 3D de la Escuela Superior de Ingeniería comparten dos características, y es que todos los materiales son rollos de filamento plástico y todos tienen un espesor es de 1,75 mm. Estos materiales disponible se muestran a continuación:

4.1. ABS.

Conocido como acrilonitrilo butadieno estireno, se trata de un termoplástico, y es uno de los materiales más empleados en la industria de impresión 3D, sobre todo se utiliza para la tecnología de FDM/FFF.

El acrilonitrilo proporciona al ABS tanto su resistencia a ataques químicos como su estabilidad a altas temperaturas. El butadieno, sin embargo, es un elastómero que otorga a este filamento su resistencia al impacto y a la fusión, mientras que el estireno aporta esa rigidez y resistencia mecánica muy características en este tipo de filamento, además de darle un brillo especial a su superficie.

Este material tiene una temperatura de impresión de 230°C-260°C y soporta temperaturas que van desde los -20°C hasta los 80°C. Además, el ABS tiene buena rigidez, alta resistencia al impacto, es ligero, y a su vez es un material asequible y reutilizable.

Las piezas creadas con este material tendrán superficies lisas y brillantes, que podrán ser soldadas químicamente con acetona y sin necesidad de procesamiento posterior. Sin embargo, no es biodegradable, genera gases tóxicos durante la impresión y necesita de una base de impresión calefactada para que la pieza pueda realizarse correctamente.

Existen innumerables aplicaciones del ABS para la fabricación de distintos componentes de productos. Este material plástico se utiliza para crear juguetes, como los famosos ladrillos de Lego, teclas de ordenador, carcasas para herramientas eléctricas, componentes para el sector de la automoción, cascos protectores, instrumentos musicales, pequeños electrodomésticos de cocina, equipos deportivos o prótesis mecánicas para el sector médico.



Figura 36. Características del ABS.

4.2. PLA.

El filamento PLA o ácido poliláctico, es un polímero biodegradable, sostenible y versátil, fabricado a partir de recursos renovables como el maíz, la remolacha, el trigo o la caña de azúcar. Esto lo diferencia de otros plásticos de uso común, que se obtienen mediante la destilación y la polimerización de reservas de petróleo no renovables.

El PLA es el filamento más usado en impresoras 3D de modelado por deposición fundida (FDM), destacando principalmente por encima del resto de materiales en su capacidad para ser usado en cualquier tipo de impresora 3D, pudiendo imprimir piezas con relativa facilidad y sin despegarse de la base o agrietarse mientras se imprime.

Tiene una temperatura de impresión de 190°C-220°C y no requiere de una base de impresión calefactada. El PLA es mucho menos resistente y flexible que el ABS, pero tiene mayor resistencia a factores extremos como el calor, y es mucho más fácil de trabajar. Por lo general no requiere de post procesamientos complejos y es asequible.

Otra de las ventajas del filamento PLA es la calidad que ofrece a la superficie en sus impresiones 3D. A diferencia del ABS, el filamento de PLA no desprende olores desagradables cuando se extruye gracias a la procedencia de sus materias primas, lo que permite su uso doméstico.

El post procesamiento también es más fácil cuando se trata de PLA, permitiendo a los usuarios mejorar la calidad de la superficie con un poco de lijado y recorte.

Aunque materiales como el ABS y el PETG ofrecen ciertas ventajas mecánicas, el filamento de PLA es superior en cuanto a versatilidad. Cuando se trata de la forma por encima de la funcionalidad, el PLA es una gran opción para la creación rápida de prototipos. El punto de fusión a baja temperatura permite mejores detalles de la superficie y características más nítidas en comparación con otros materiales.



Figura 37. Características del PLA.

4.3. PETG.

El filamento PETG, también conocido como filamento de polietileno, es un copoliéster termoplástico creado a partir de la adición de glicol al PET (Tereftalato de polietileno) con el objetivo de mejorar algunas de sus propiedades. Esta adición de glicol aporta a este filamento una mayor resistencia química, durabilidad y facilidad a la hora de imprimir.

El filamento de polietileno es un material fácil de extruir y con una buena estabilidad térmica. Como se ha indicado anteriormente, su principal característica reside en la combinación de las propiedades del PET con el glicol, que permite eliminar los problemas de sobrecalentamiento y fragilidad para convertirlo en un material altamente resistente.

Comparándolo con otro tipo de filamentos para impresión 3D, el PETG combina la facilidad de impresión del filamento PLA con la fuerza característica del filamento ABS.

Se caracteriza también por ser un filamento termoplástico 100% reciclable que posee un 91% de transparencia en estado natural, un gran parecido al vidrio y una gran resistencia térmica. Destaca también por su facilidad de impresión, su baja contracción y sus acabados excelentes, además de por poder imprimirse sin capa caliente.

El PETG es un material muy empleado para el contacto con alimentos. Una característica que no poseen otro tipo de filamentos, y que permite a este material poder ser utilizado para la fabricación de distintas aplicaciones pensadas para el almacenaje de alimentos.

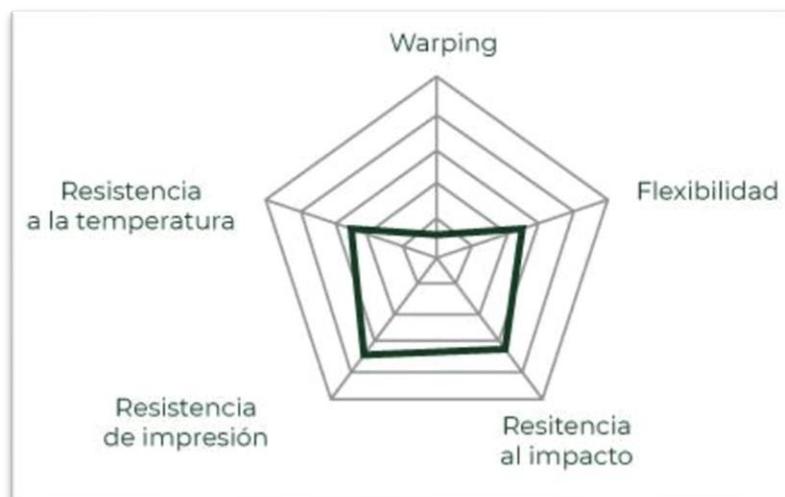


Figura 38. Características del PETG.

4.4. ASA.

Conocido como acrilonitrilo estireno acrilato, es un material que es especialmente resistente a la intemperie y a la radiación UV, lo que hace que se convierta en el material perfecto para aplicaciones creadas para permanecer al aire libre. El filamento ASA conserva su color y sus propiedades mecánicas incluso después de una larga exposición al aire libre. También presenta una mayor resistencia al agrietamiento por tensión ambiental que el ABS, un proceso por el cual los productos termoplásticos sufren un fallo frágil debido a la tensión mecánica y al ataque de los reactivos.

Además de su excelente resistencia a la intemperie, el ASA también posee una buena resistencia al calor y a la degradación química. Los productos fabricados con filamento ASA pueden conseguir alta resistencia al impacto y a la radiación UV.

El ASA tiene una buena resistencia a los hidrocarburos saturados, los aceites lubricantes, los aceites vegetales y animales, las soluciones salinas acuosas, los ácidos y álcalis débiles y el agua. Sin embargo, puede ser vulnerable a la degradación por ácidos inorgánicos, hidrocarburos aromáticos, ésteres, éteres, cetonas y algunos alcoholes. Algo bueno de la susceptibilidad del ASA a la degradación por cetonas es que se puede pulir con acetona, uno de los agentes de pulido más comunes utilizados en impresión 3D.

El filamento ASA al igual que el ABS, requiere de una temperatura de impresión muy alta, lo que hace que se consuma una mayor cantidad de energía a la hora de imprimir.

Otra similitud es que ambos liberan gas estireno nocivo y tóxico durante la impresión. Por este motivo, se recomienda que la impresión se realice en una sala con un sistema de ventilación adecuado.

Otro aspecto a tener en cuenta es su precio. El precio del filamento ASA es ligeramente superior al ABS.



Figura 39. Características del ASA.

4.5. Filaflex.

Se trata de un termoplástico elastómero, es un material que tiene la capacidad de ser estirado a alargamientos moderados y, tras la eliminación del esfuerzo, volver a su forma original. Tiene el potencial de ser reciclable ya que puede ser moldeado y reutilizado como plástico.

Es un filamento elástico y flexible, que se puede clasificar en varios modelos según el grado de dureza Shore del material:

- Dureza 70A Ultra elástico: sólo se comercializa en 3.00 mm
- Dureza 82A Buena elasticidad: es el filamento flexible más común.
- Dureza 95A Semiflexible: compatible con todas las impresoras de sistema Bowden y menos elástico que el 82A.

Gracias a su resistencia a diversos compuestos químicos, es demandado en sectores técnicos e industriales para su uso en automoción, fabricación e incluso medicina.

Algunos ejemplos son paneles de coches, piezas para herramientas eléctricas, artículos deportivos, dispositivos médicos, correas de transmisión, calzado, balsas hinchables, moldes industriales, fundas de teléfono, juguetes antiestrés, plantillas ortopédicas...