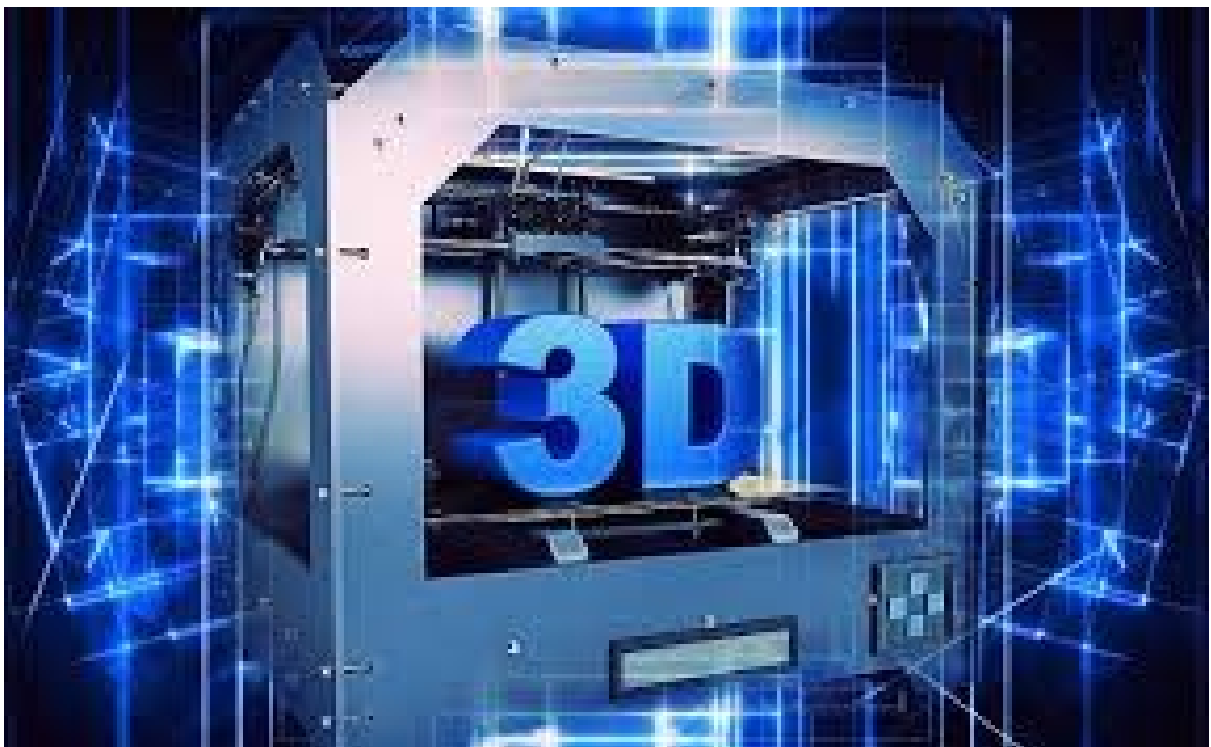


# PROYECTO FINAL 3D



Autores: Oriol Rapesta Llort.

José Ángel Donaires Bascuñana.

Tutor: Joan Masdemont Fontàs.

Vamos a realizar un trabajo conjunto entre José Ángel Donaires Bascuñana y Oriol Rapesta Llor. En este proyecto vamos a imprimir una serie de piezas, analizaremos los resultados de estas impresiones teniendo en cuenta sus parámetros de impresión.

Según el resultado de las distintas impresiones iremos cambiando parámetros para poder mejorar el resultado final de cada pieza. Puede que probemos a cambiar un solo parámetro pero a conveniencia y según la ocasión se podrían cambiar varios parámetros en la misma impresión. Los parámetros que modificaremos serán los más comunes. Los más técnicos no serán modificados.

Para este trabajo desarrollaremos los siguientes puntos:

**1º IMPRESORA.**

**2º MATERIAL.**

**3º PROGRAMAS UTILIZADOS.**

**4º PARAMETROS IMPRESION.**

**5º PRUEBAS DE IMPRESION.**

**6º MEJORAS APLICADAS.**

**7º RESULTADOS Y CONCLUSIONES.**

## 1º IMPRESORA:

Para este proyecto hemos utilizado la impresora ENDER 3 de la marca CREALITY cuyo coste aproximado es de 200 € .Esta impresora la podemos encontrar en tiendas virtuales como Amazon, etc y en tiendas.



Aquí os dejo una relación de ellas:

[www.amazon.es/Ender+3](http://www.amazon.es/Ender+3)

[www.banggood.com/](http://www.banggood.com/)

Aquí os dejo enlace de un manual de montaje y de calibrado:

[https://www.youtube.com/watch?v=x5MLzxd\\_IAI](https://www.youtube.com/watch?v=x5MLzxd_IAI).

<https://www.youtube.com/watch?v=A1amVj6mWnY>

## 2º MATERIALES.

**PLA:** El **ácido poliláctico** o **poliácido láctico (PLA)** es un [polímero](#) constituido por moléculas de [ácido láctico](#), con propiedades semejantes a las del [tereftalato de polietileno](#) (PET) que se utiliza para hacer envases, pero que además es [biodegradable](#). Se degrada fácilmente en agua y [óxido de carbono](#).

Es un [termoplástico](#) que se obtiene a partir de [almidón](#) de [maíz](#) (EE.UU.) o de [yuca o mandioca](#) (mayormente en Paraguay, etc), o de [caña de azúcar](#) (resto del mundo).

Se utiliza ampliamente en la [impresión 3D](#) bajo el proceso [modelado por deposición fundida](#) (FDM).

Este material es nuevo, es ecológico pero no es el material más avanzado para impresiones con buena calidad y acabado, siendo el más económico.

**ABS:** El **acrilonitrilo butadieno estireno** o **ABS** (por sus siglas en inglés *Acrylonitrile Butadiene Styrene*) es un [plástico](#) muy resistente al impacto (golpes) muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos. Es un [termoplástico](#) amorfo.

Se le llama **plástico de ingeniería** o **plástico de alta ingeniería** de debido a que es un plástico cuya elaboración y procesamiento es más complejo que los plásticos comunes, como son las [poliolefinas](#) ([polietileno](#), [polipropileno](#)).

**TPU:** El **poliuretano termoplástico** es una de las variedades existentes dentro de los [poliuretanos](#). Es un [polímero](#) elastomérico lineal y, por ello, [termoplástico](#). No requiere vulcanización para su procesado, pero en el año 2008 se introdujo un novedoso proceso para reticularlo. Este [elastómero](#) puede ser conformado por los procesos habituales para termoplásticos, como [moldeo por inyección](#), [extrusión](#) y soplado. Como [elastómero termoplástico](#) en base uretano se abrevia TPE-U, pero se designa comúnmente como TPU (en inglés de *Thermoplastic Polyurethane*).

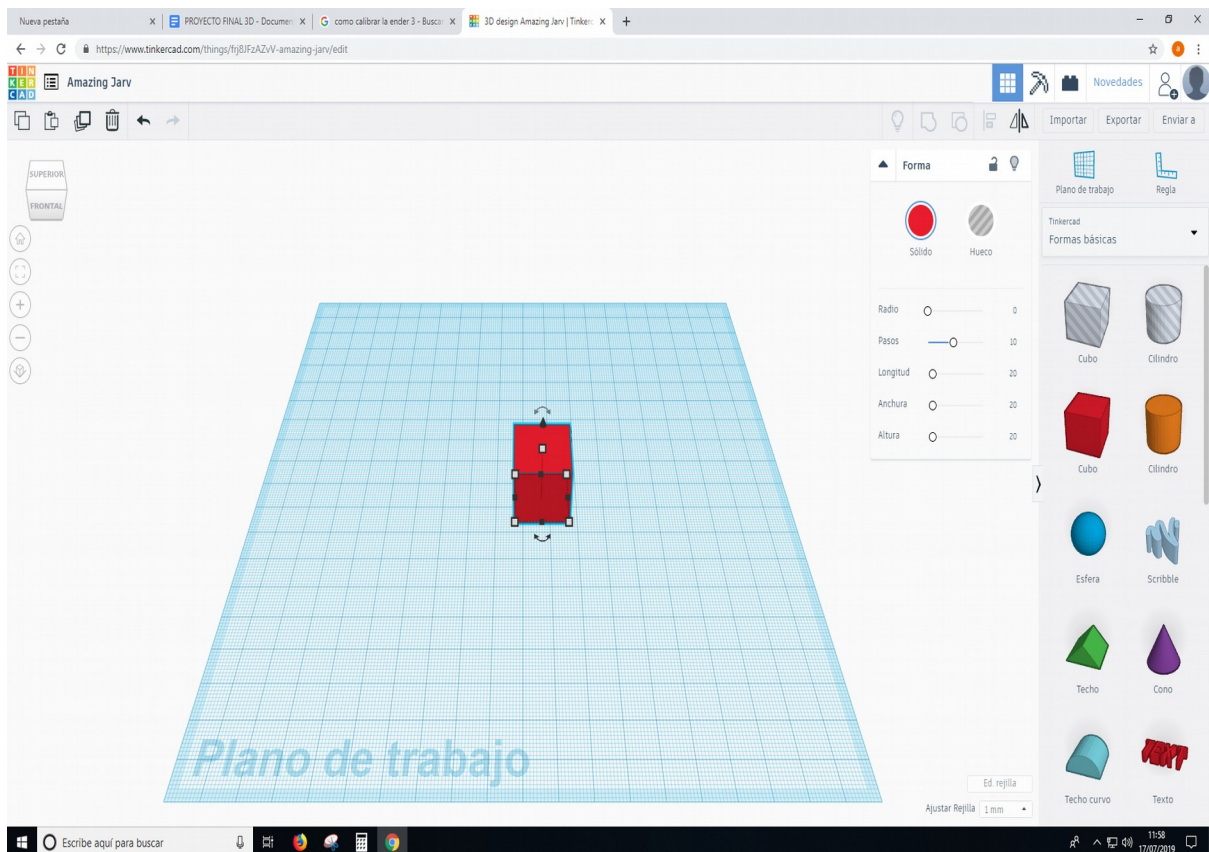
El poliuretano termoplástico se caracteriza por su alta resistencia a la abrasión, al oxígeno, al ozono y a las bajas temperaturas. Esta combinación de propiedades hace del poliuretano termoplástico un [plástico](#) de ingeniería; por esta razón, se utiliza en aplicaciones especiales.

Este material se puede comparar a las fundas de móviles dada su alta resistencia y flexibilidad.

### 3º PROGRAMAS UTILIZADOS.

Para el diseño de la pieza podemos utilizar cualquier programa de diseño, en nuestro caso hemos utilizado el programa **TINKERCAD** ya que es el recomendado para iniciarse en este mundo del diseño, es gratuito y se puede acceder online a través de la web <https://www.tinkercad.com/dashboard>, también se pueden utilizar otros programas como FUSION360, etc.

Con este facil programa hemos diseñado la pieza con la cual haremos la prueba, esta pieza será un cubo de 20 cm x 20 cm.

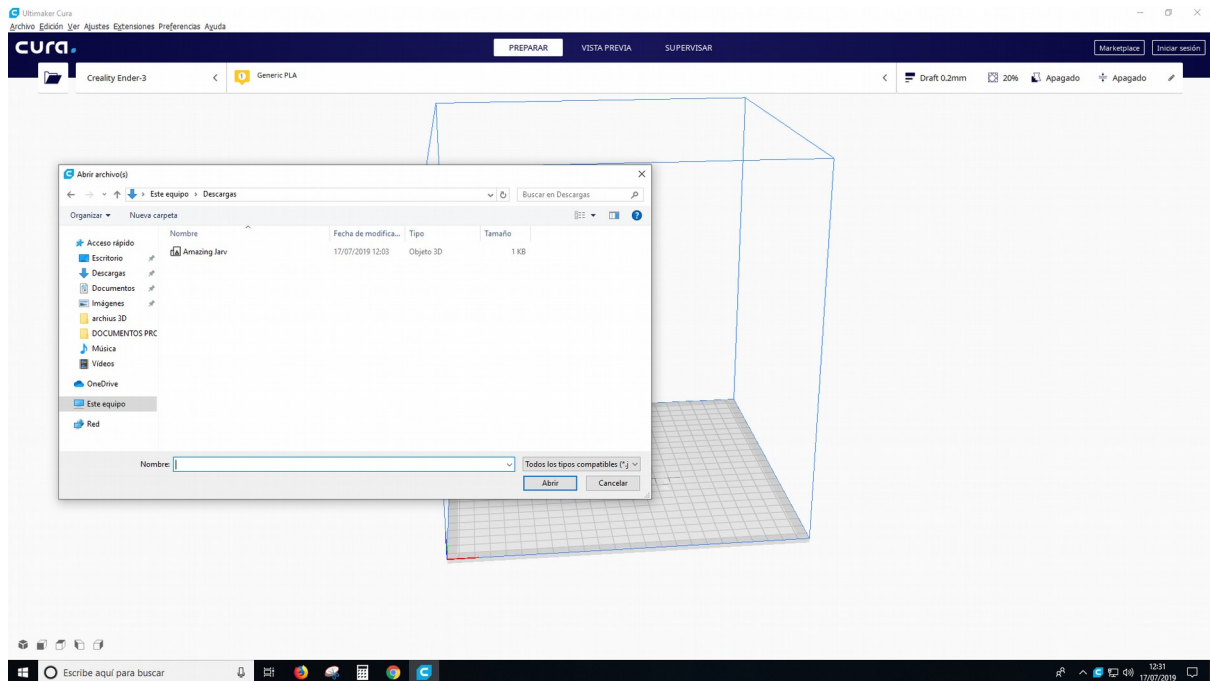


Una vez diseñada la pieza exportamos el archivo como extensión.stl (opción exportar) y lo guardamos en nuestra carpeta.

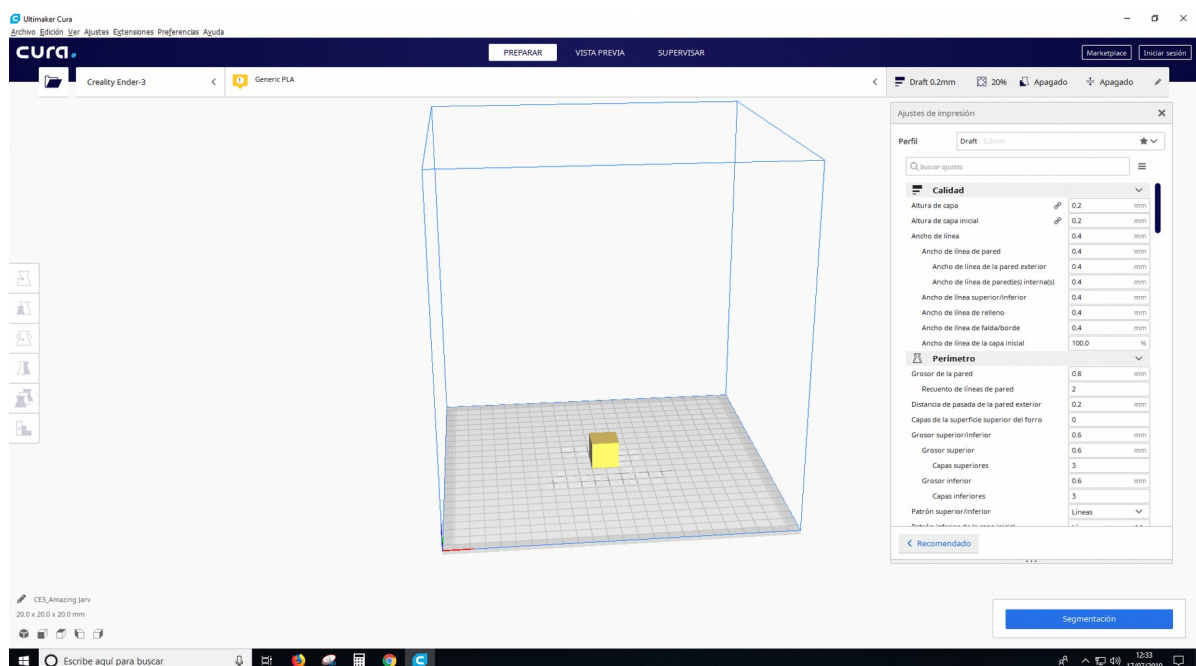
Una vez tengamos el archivo stl procederemos al laminado de este diseño llevándolo al programa **CURA** (Cura es el software ideal para principiantes, ya que cuenta con un modo de procesamiento simplificado que ayuda a generar los .gcode ajustando tan sólo unos pocos parámetros.

No obstante, su modo avanzado con más de 200 parámetros lo hace también apto para usuarios avanzados (gratis, lo descargamos e instalamos) / <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura>.

Adjuntamos tutorial de ULTIMAKER CURA <https://formizable.com/mega-tutorial-de-cura-profundizando-en-cura-3d-slicer/>



Una vez importado el archivo stl. al programa CURA, podremos establecer los parámetros de impresión que creamos más convenientes para nuestra pieza



#### **4ª PARAMETROS IMPRESION**

Como ya sabemos, la forma de generar una pieza es la de ir superponiendo capas impresas en el plano XY a lo largo del eje Z, a modo de analogía , sería como cortar un chorizo en lonchas, la suma de todas las lonchas será nuestra pieza. En el programa definiremos las características de estas «lonchas».

Por lo tanto, le hemos de decir al programa como queremos cortar la pieza y como queremos que imprima.

Los parámetros principales son los siguientes::

- Altura de capa.
- Perímetros.
- Capas de cierre.
- Densidad de relleno.
- Velocidad de impresión.
- Temperaturas de impresión.
- Temperatura de la superficie de impresión.
- Soportes.
- Ángulo de proyección.
- Superficie de adhesión.

**ALTURA DE CAPA:** La altura de capa (mm) define **el espesor de cada capa en el eje Z**. Siguiendo con la analogía sería el grosor de la loncha.

A **menor espesor** de capa, **más definición** tendrá la pieza, pero **más tiempo** tardará la impresión.

**PERIMETROS:** Cada **capa** de la impresión está compuesta por los **perímetros** que definen sus contornos **y** una **mall**a interna.

**El nº de perímetros** define **el espesor de esos contornos**. Este parámetro está directamente relacionado con el diámetro de la boquilla.

#### Espesor de pared en mm

Nº Perímetros	nozzle 0.4 mm	nozzle 0.8 mm	nozzle 1.0 mm
1	0.4	0.8	1.0
2	0.8	1.6	2.0
3	1.2	2.4	3.0

Es conveniente tener en cuenta el diámetro de la boquilla que usaremos para imprimir la pieza a la hora de diseñar. Esto puede ser clave en el resultado final.

**CAPAS DE CIERRE:** Si los perímetros definen el contorno de la pieza, las capas de cierre representa el número de capas sólidas que cerrarán la pieza. El espesor de estas paredes, paralelas al plano XY, será el número de capas por la altura de capa.

Por lo general, imprimiendo a una altura de capa de 0,2 mm, 4 capas es más que suficiente.

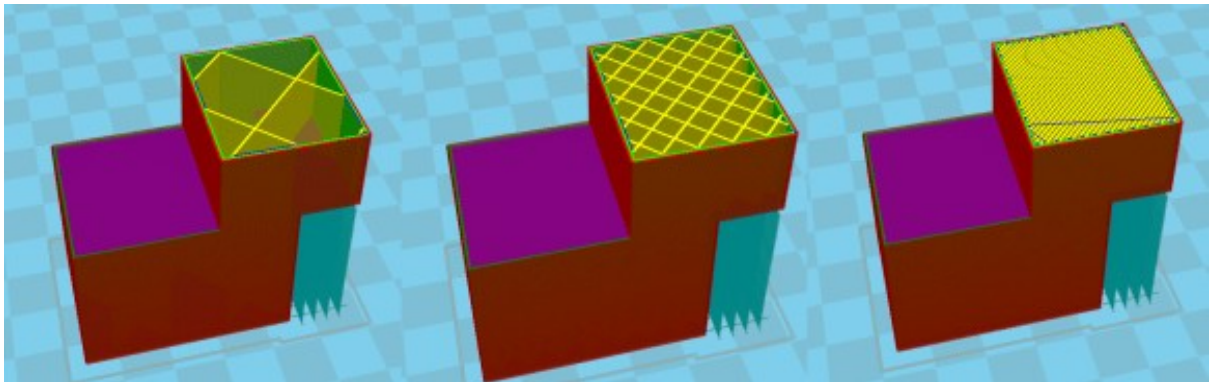


Si imprimes a mucha resolución, por ejemplo a 0,06mm, será necesario un mayor número de capas para cerrar correctamente las superficies.

**DENSIDAD DE RELLENO:** Controla la densidad de la malla interior de la pieza, esto no afecta a la parte exterior de la pieza. Un 100% generaría una pieza maciza,

mientras que un 0% genera una pieza hueca. El porcentaje de relleno suele oscilar entre un 10% a un 30%.

Relleno de 5, 20 y 50%



**VELOCIDAD DE IMPRESION:** La velocidad a la que se imprimirá nuestra pieza. Una máquina estable con un buen chasis y sin vibraciones permite emplear velocidades elevadas del orden de 120mm/s, a pesar de ello, siempre recomiendo emplear velocidades lentas 40-70mm/s. Al fin y al cabo nuestra pieza va a tardar horas en ser impresa. A efectos prácticos si tienes que esperar 24 horas para obtener una pieza, a velocidades lentas tal vez sean solo 2 o 3 horas más y te aseguras unos mejores acabados. Se ahorra más tiempo con una pieza diseñada adecuadamente, con el alto de capa y un diámetro del nozzle adecuado.

**TEMPERATURAS DE IMPRESION:** La temperatura de impresión es uno de los parámetros clave, en las bobinas de filamento aparece el rango de temperaturas que se requiere para imprimir el material, pero dentro de ese rango debemos de saber: Una temperatura insuficiente puede generar atascos en el extrusor, que no fluya suficiente material y la pieza quede débil y sin consistencia.

Una temperatura elevada puede causar deformaciones en la pieza y goteo de material a lo largo de la impresión. Regular bien la temperatura es algo que se gana con la experiencia viendo el resultado de tus impresiones aprenderás a valorar si necesitas mas o menos temperatura para ese material.

Tener también en cuenta que a mayor velocidad de impresión se precisa una mayor temperatura para que el material pueda fundir y mantener la tasa de deposición.

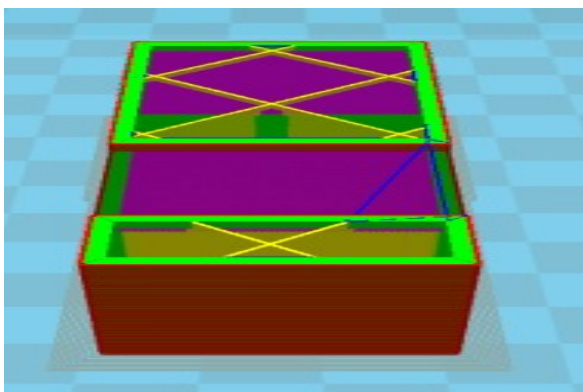
**TEMPERATURA SUPERFICIE DE IMPRESION:** La cama caliente sirve para mantener el plástico ya depositado adherido a la superficie. En caso contrario, las esquinas de la pieza pueden despegarse de la cama, deformando la pieza o incluso soltarse de la superficie de impresión mientras la máquina está imprimiendo con el consiguiente desastre.

**SOPORTES:** Al trabajar por capas, cuando una parte de la pieza no se encuentra apoyada sobre la capa anterior, esta no se sostiene en el aire por si sola, por lo tanto es necesario emplear soportes sobre los cuales imprimir las capas que queda en el aire. Los soportes los genera automáticamente el software de laminado, algunos softwares permiten la personalización de los soportes.

**ANGULO DE PROYECCION:** Este ángulo, por lo general  $40^\circ$ , es el ángulo por debajo del cual se generarán los soportes. Es muy importante tener este ángulo en cuenta a la hora de diseñar nuestras piezas, ya que puede significar un ahorro en tiempo y material considerable, además de afectar a la estética y a la mecánica de la pieza.

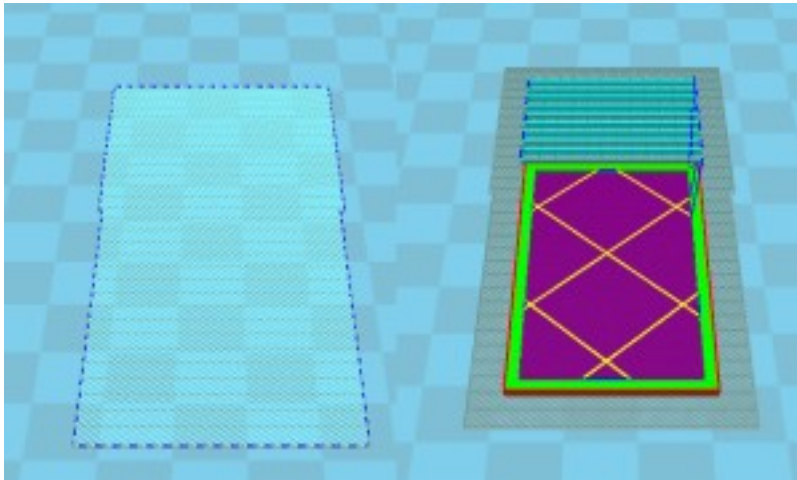
La dirección de la pieza influye en como se comporta, cuando diseñes piensa en como van las capas, donde será imprescindible el soporte y donde evitarlo.

**SUPERFICIE DE ADHESION:** Además del soporte, el software también puede añadir otras opciones a la pieza, estas están destinadas a ampliar la superficie de contacto en la primera capa



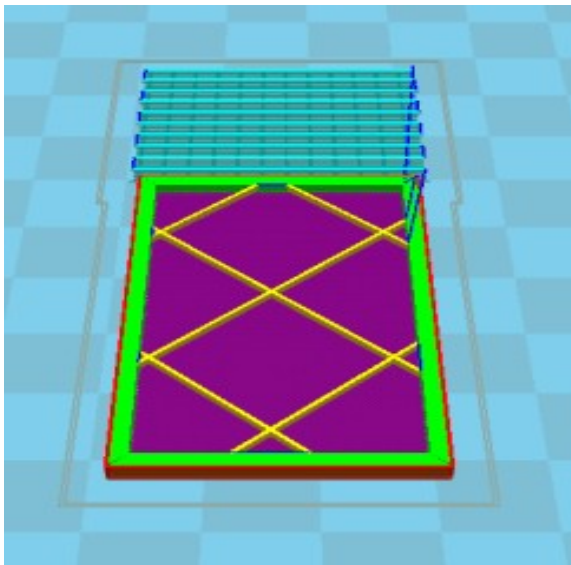
**Brim:** Añade una serie de perímetros extra alrededor de la pieza en la primera capa, es fácil de retirar y asegura la adhesión de las esquinas a la superficie. Esta opción es altamente recomendable para materiales con tendencia al warping como el ABS o el Nylon.

Además de ampliar la superficie, lo primero en despegarse sería el brim, pudiendo así salvar la impresión.



Raft: superficie de impresión sobre la cual se empezará a construir la pieza.

Se elimina fácilmente y está pensada para ampliar la superficie de contacto en la cama para aquellas piezas con poca superficie en la primera capa.



Skirt: Un perímetro alrededor del contorno de la primera capa, esta opción resulta de mucha utilidad y conviene tenerla activa.

Esta falda sirve a dos propósitos: purgar y cargar el nozzle antes de empezar a imprimir y comprobar el calibrado de la superficie de impresión.

## 5. PRUEBAS DE IMPRESION

Vamos a realizar una prueba de impresión con un ***dado de 20x20 mm.***

### PRUEBA Nº 1.

1º Aplicaremos el perfil recomendado “**Recommended Profile**”:

- Altura de capa: 0,15 mm.
- Altura de capa inicial 0,3.mm.
- Ancho de línea: 0,4 mm.
- Grosor de la pared: 1,2 mm.
- Densidad de Relleno: 20%.
- Patrón de Relleno: Rejilla.
- Porcentaje de relleno: 15%
- Temperatura de impresión: 200° C.
- Temperatura de cama: 60° C.
- Desplazamiento de retracción: 1,5 mm.

**Resultado:** Hemos observado que la capa inicial es más ancha que el resto de capas, creando un borde que sobresale de la pieza. También observamos que la capa superior no queda lisa y parece imitar el patrón de relleno.

### Mejoras a aplicar:

1º Habilitamos el parámetro ***ENABLE IRONING en Zig Zag*** para el alisado de la pieza.



2º Cambiamos el parámetro de **ancho de línea de la capa inicial** del 100% al 80%.

**Resultado:** Hemos conseguido que la capa inicial sea del mismo tamaño que las superiores obteniendo un resultado homogéneo; también hemos mejorado la superficie de la capa superior quedando totalmente lisa.

## **PRUEBA Nº 2.**

1º Aplicaremos el perfil recomendado **“Recommended Profile”**:

- Altura de capa: 0,15 mm.
- Altura de capa inicial 0,3mm.
- Ancho de línea: 0,4 mm.
- Grosor de la pared: 1,2 mm.
- Densidad de Relleno: 20%.
- Patrón de Relleno: Rejilla.
- Porcentaje de relleno: 15%
- Temperatura de impresión: 200° C.
- Temperatura de cama: 60° C.
- Desplazamiento de retracción: 1,5 mm.
- Tipo de adherencia placa de impresión: Skirt.

2º Cambiamos el parámetro **VELOCIDAD DE IMPRESION** de 50 mm/s a 40 mm/s.

3º Modificamos el parámetro **ALTURA DE CAPA** de 0.15 mm a 0,10 mm.

**Resultado:** Se ha mejorado el alisado de las paredes pero la primera capa ha quedado inacabada.

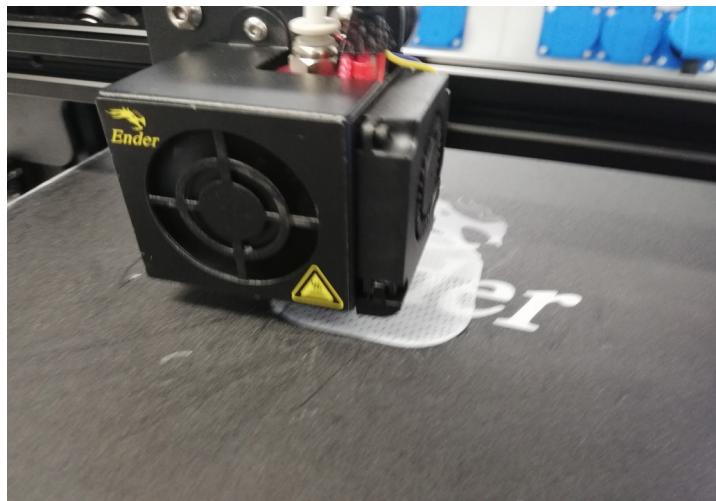




### PRUEBA N° 3

Volvemos a aplicar el perfil “**Recommended Profile**” y cambiamos el siguiente parámetro con tal de mejorar la primera capa:

- Tipo de adherencia placa de impresión: Raft.



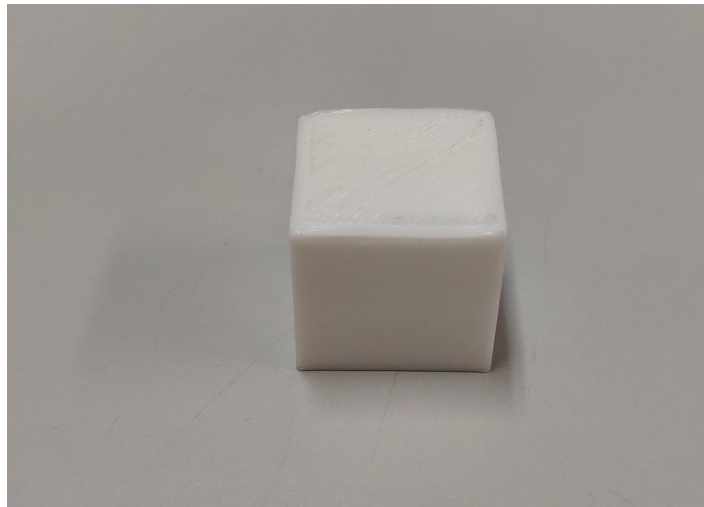
**Resultado:** Han quedado todas las caras bien menos la inferior, que al poner el Raft la ha dejado con un relieve punteado y parece algo inacabada.



## PRUEBA N°4

Volvemos a aplicar el perfil 'Recommended Profile' y cambiamos el tipo de adherencia en la base y le pondremos el Brim (El brim utiliza el mismo procedimiento que el skirt, pero en contacto directo con la pieza. Este método es ideal para piezas pequeñas o de base estrecha, como en una silla o en una torre. También se recomienda su utilización con impresiones 3D de piezas que tienden a despegarse las esquinas o que contengan partes estrechas, como piñones y engranajes. Con el uso de 1-2 capas de altura se consigue la adhesión suficiente para evitar el problema.) que parece el más adecuado para la pieza.

**Resultado:** La primera capa queda bastante rugosa.



**Incidencia detectada:** Nuestro compañero Ivan ha observado que la impresora no estaba bien calibrada y el eje z estaba suelto, se ha apretado el eje z y se ha vuelto a calibrar la impresora.

## PRUEBA N° 5

Con tal de intentar mejorar la primera capa vamos a disminuir la altura pasando de 0,3 mm a 0,25 mm que es la recomendada.

También cambiaremos el tipo de adherencia (ninguno), y la temperatura de la cama pasando de 60 ° a 70° C, con tal de conseguir mejor adherencia y para que no haya problema de rugosidades en la base ni salientes.

Cambiamos también los siguientes parámetros del alisado dentro del apartado Perímetro:

- Espacio de línea alisado: 0,1 mm.
- Flujo de alisado: 20%
- Velocidad de alisado : 15 mm/s.

## RESULTADOS

Después de aplicar estos cambios hemos obtenido un cubo bastante perfecto, con lo cual hemos dado por bueno el perfil aplicado.

**“Recommended Profile”:**

- Altura de capa: 0,1 mm.
- Altura de capa inicial 0,25.mm.
- Ancho de línea: 0,4 mm.
- Grosor de la pared: 1,2 mm.
- Densidad de Relleno: 20%.
- Patrón de Relleno: Rejilla.
- Porcentaje de relleno: 15%
- Temperatura de impresión: 200° C.
- Temperatura de cama: 70 ° C.
- Desplazamiento de retracción: 1,5 mm.
- Tipo de adherencia placa de impresión: Ninguno.
- Espacio de línea alisado: 0,1 mm.
- Flujo de alisado: 20%



- Velocidad de alisado : 15 mm/s.

## **Conclusiones:**

Las conclusiones a las que hemos llegado es que hay varios factores muy importantes que determinan la calidad de la impresión, tanto de la impresora (calibrado, ajustes de los ejes, tensión de correas, etc.) como de los parámetros del archivo del diseño (parámetros gcode), el material utilizado (flexibilidad, temperatura, color, etc...)

Según las pruebas realizadas y por lo que hemos observado la temperatura es casi el factor o parámetro más importante tanto para la adherencia de la pieza como en su acabado.

Sorprendentemente también hemos observado que el color también influye en el proceso de impresión, sobretodo en el alisado de la pieza y porque necesita distintas temperaturas.

Otra de las conclusiones a las que hemos llegado mi compañero Oriol y yo es que para lograr una pieza lo más perfecta posible se han de realizar diversas pruebas.

También dejamos constancia que al realizar las pruebas en diferentes impresoras del mismo modelo no varía el resultado de dicha prueba ( siempre que el calibrado y el ajuste sea el correcto).

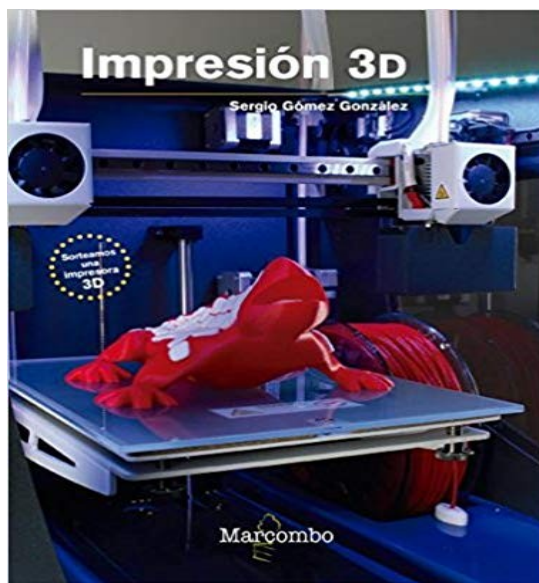
El parámetro del alisado ha sido también bastante importante en la impresión de las piezas puesto que a medida que íbamos cambiando opciones de alisado iba mejorando el acabado de la pieza. También es cierto que al reducir la velocidad de impresión ha podido hacer una alisado más perfecto.

## Bibliografia:

Impresión 3D ( Sergio Gomez).

[www.leon-3d.es/guia-de-resolucion-de-problemas](http://www.leon-3d.es/guia-de-resolucion-de-problemas).

<https://docs.google.com/document/d/1QXgbliz7vYZZPq2Q-ElaoTa83bp5biBhoDSqi2CQYI/edit>



## Agradecimientos:

Agradecemos al tutor Joan Mademont Fontàs, Glenn Anselmi e Ivan Ruiz por su colaboración y consejos en el proceso de producción de las pruebas.

