



## **ING. AUTOMOTRIZ**

**Trabajo integración Curricular previa a la obtención del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz**

**AUTORES:**

Gino Paul Potosí Torres

Javier Ismael Condor Pisuña

Dennys Stalyn Pincha Guilcaso

**TUTOR:**

Ing. Gabriela Stefany Tapia Chávez

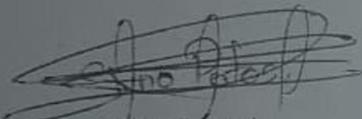
**Diseño y fabricación de componentes vehiculares mediante ingeniería inversa con impresión 3D analizando comportamientos de tres diferentes materiales técnicos**



## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

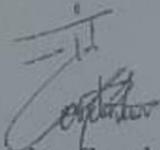
Nosotros, Gino Paul Potosí Torres, Javier Ismael Condor Pisuña y Dennys Stalyn Pincha Guilcaso, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



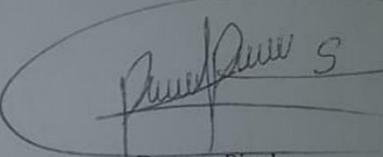
Gino Potosi

Gino Paul Potosí Torres  
1727159384



Javier Condor

Javier Ismael Condor Pisuña  
1751559244



Dennys Pincha

Dennys Stalyn Pincha Guilcaso  
0550442636

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Gabriela Stefany Tapia Chávez, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Firmado electrónicamente por:  
**GABRIELA STEFANY  
CHAVEZ TAPIA**

---

**Firma**

0502486376

## Dedicatoria

La investigación en primer lugar la dedico a Dios por darme la sabiduría para llegar a donde estoy hoy en día por siempre ayudarme cuando estoy desesperado

Además, la presente investigación la dedico a mi madre Carmen y a mi padre Rigoberto que son las personas que más adoro en la vida, las personas que me apoyaron incondicionalmente, las personas que siempre me motivaron a seguir adelante, las personas que me enseñaron a ser una persona honrada y honesta no solo con palabras sino con hechos ya que a pesar de los obstáculos de la vida siempre dan lo mejor de sí mismos y siempre muestran una sonrisa a la vida

**Gino Potosí Torres**

## Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por la gran vida que me ha dado hasta el día d hoy, agradezco de todo corazón a mis padres por darme ese apoyo incondicional de siempre motivarme a seguir adelante y nunca rendirse ellos son el pilar fundamental que existe atrás mío.

Agradezco a mi familia por siempre ser gentil conmigo por siempre preocuparse de mi por siempre ser un ejemplo de motivación y nunca rendirse a pesar de los obstáculos que nos pone la vida, finalmente agradezco a Dios por ponerme en el camino a grandes personas que se fueron convirtiendo en mis amigos los cuales siempre estaré eternamente agradecido por todo lo que asieron por mi

**Gino Potosí Torres**

## Dedicatoria

El presente artículo está dedicado a mi mamá y mi papá porque ellos son los pilares fundamentales en mi vida por haber formado a su hijo con sus valores de honestidad y responsabilidad y con su humildad a demás al no ser una persona callada siempre comprendía como mis padres y familiares ante todo los valores morales y sentimientos hacia mi Familia y hacia mi profesión siempre serán los mismos nunca cambiarán con amor y dedicación y confianza siempre se alcanzarán nuevos objetivos.

A demás agradezco a mis tías y tíos también a mis Padres y mi hermanita que están conmigo en las buenas y en las malas con sus palabras de aliento diciéndome si puedes hacerlo y lograras tus metas y todo lo que te propones con el amor incondicional y ante las dificultades ante todo la mejor herencia es la educación que mis Padres me brindan y sus valores los comparten conmigo.

**Javier Condor Pisuña**

## Agradecimiento

Primeramente, agradezco a Dios por haber guiado mi camino y brindarme su protección para seguir cumpliendo cada uno de mis metas y objetivos de mi vida profesional.

Agradezco a los ingenieros que me brindaron su conocimiento y sus consejos para no cometer errores en la vida profesional agradezco a mis compañeros y algunos amigos que tuve mi entras seguía en la universidad de mis sueños aquellos que me ayudaron con conocimientos y también me brindaron su apoyo muchas gracias.

**Javier Condor Pisuña**

## Dedicatoria

Este artículo científico está dedicado, en primer lugar, a mis padres, Martha y Miguel, quienes me han brindado su amor incondicional y apoyo inquebrantable a lo largo de toda mi vida. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y la honestidad. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A mi hermano, Luis, por ser mi fuerza y mi refugio. Su apoyo y comprensión han sido fundamentales en cada etapa de mi vida académica.

A mis profesores y mentores, por su dedicación, paciencia y por compartir su vasto conocimiento conmigo. Gracias por motivarme a superar mis límites y por confiar en mi capacidad.

A mis amigos, de grupo de este artículo científico, por su compañía incondicional, por los momentos de risa y por estar ahí en los momentos más difíciles. Su amistad ha sido un pilar fundamental durante todo este proceso.

Finalmente, quiero dedicar este trabajo a Michelle, por su amor, comprensión y por ser mi fuente constante de inspiración. Gracias por estar a mi lado, por tus palabras de aliento y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

Con todo mi cariño y gratitud,

**Dennys Pincha Guilcaso**

## Agradecimiento

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, cuyo infinito amor y misericordia me han guiado y sostenido durante todo este proceso. Su presencia en mi vida me ha dado la fuerza y el coraje necesario para superar cada obstáculo que se presentó en mi camino.

A Él le dedico este logro, con humildad y gratitud.

A mi familia, deseo expresarles mi más profundo agradecimiento. A mis padres, Martha y Miguel, gracias por su amor incondicional y por ser mi mayor fuente de inspiración. Sus sacrificios, consejos y apoyo inquebrantable me han permitido llegar hasta aquí. A mi hermano, Luis, gracias por estar siempre a mi lado, por sus palabras de aliento y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mi novia, Michelle, quiero dedicarle un agradecimiento especial. Tu amor y comprensión han sido mi refugio en los momentos difíciles. Gracias por tu paciencia infinita, por tus palabras de ánimo y por compartir este sueño conmigo. Tu presencia en mi vida me ha motivado a esforzarme cada día más y a no rendirme nunca.

Finalmente, agradezco a todos mis mentores de mi universidad que me guiaron en el proceso de este artículo científico. Sus enseñanzas, apoyo y amistad han sido invaluable para mí.

**Dennys Pincha Guilcaso**

# DISEÑO Y FABRICACIÓN DE COMPONENTES VEHICULARES MEDIANTE INGENIERÍA INVERSA CON IMPRESIÓN 3D ANALIZANDO COMPORTAMIENTOS DE TRES DIFERENTES MATERIALES TÉCNICOS

*Ing. Gabriela Chávez T. Msc<sup>1</sup>, Gino Potosí T.<sup>2</sup>, Javier Condor P.<sup>3</sup>, Dennys Pincha G<sup>4</sup>.*

*<sup>1</sup> Magister Advanced manufacturing technology and Systems management- The university of Manchester, gachavezta@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

*<sup>2</sup> Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, gipotosito@uide.edu.ec, Quito - Ecuador*

*<sup>3</sup> Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, jacondorpi@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

*<sup>4</sup> Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, depinchagu@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

## RESUMEN

**Introducción:** Hoy en el mundo automotriz existe una escasez de partes plásticas de vehículos clásicos, en la presente investigación se diseñó y fabricó tres partes de un vehículo clásico, mediante el uso de diferentes materiales técnicos como ABS, Nylon y una aleación de PET con fibra de carbono. Con la ayuda de una impresora 3D (Tecnología FDM), debido a la escasez de partes plásticas a encontrar y menor tiempo a diferencia de importación. **Metodología:** La investigación se realizó con la ayuda del método cuantitativo con el fin de catalogar el mejor material para estas 3 piezas creadas. **Resultados:** A pesar de los inconvenientes que se presentó en el diseño e impresión, se aplicó ingeniería inversa modificando el diseño CAD, en la tapa de fusibles y rejilla de ventilación, a su vez se mantiene la funcionalidad de la pieza original.

**Conclusión:** El ABS es el mejor material del presente estudio si tiene una buena adherencia a la base y un encapsulado para prevenir el warping, en la tapa de fusibles no presento deformaciones alado del motor a una temperatura de 49.7°C, en segundo lugar, el PET CF dado a la presencia de micro partículas de la fibra de carbono puede ser abrasiva degradando la boquilla o tapando la impresora. Pero no presento deformaciones a una temperatura de 44.4°C en la parte lateral del motor. El nylon es el material más difícil de imprimir debido a su compuesto flexible, además de su absorción a la humedad, su proceso de secado y su dificultad adherencia a la base.

**Palabras clave:** Impresión 3D, FDM, ABS, PET CF, Nylon, Ingeniería inversa.

## ABSTRACT

**Introduction:** Today in the automotive world there is a shortage of plastic parts of classic vehicles, in this research three parts of a classic vehicle were designed and manufactured, using different technical materials such as ABS, Nylon and a PET alloy with carbon fiber. With the help of a 3D printer (FDM Technology), due to the scarcity of plastic parts to be found and less time to import. **Methodology:** The research was carried out with the help of the quantitative method in order to catalog the best material for these 3 parts created. **Results:** In spite of the inconveniences presented in the design and printing, reverse engineering was applied modifying the CAD design in the fuse cover and ventilation grille, while maintaining the functionality of the original part. **Conclusion:** ABS is the best material in this study if it has a good adhesion to the base and an encapsulation to prevent warping, in the fuse cover it did not present deformations on the side of the engine at a temperature of 49.7°C, secondly, the PET CF given the presence of micro particles of carbon fiber can be abrasive degrading the nozzle or clogging the printer. But it did not show any deformation at a temperature of 44.4°C on the side of the motor. Nylon is the most difficult material to print due to its flexible compound, in addition to its moisture absorption, its drying process and its difficulty in adhering to the base.

**Keywords:** 3D Printing, FDM, ABS, PET CF, Nylon, Reverse Engineering.

## 1. INTRODUCCION

Hoy en día existen diversos vehículos clásicos, esto implica que la gran mayoría no dispone de piezas plásticas debido a que se tiene un largo tiempo de espera para la llegada de su producto por temas de importación, es elevado el precio e incluso la pieza ya no existe. No obstante, la impresión 3D dentro del mercado se coloca como una herramienta principal en la fabricación de componentes automotrices, debido a que es una alternativa innovadora a diferencia de los demás métodos tradicionales de manufactura, ofreciendo la posibilidad de crear piezas o personalizarlas solventando este problema.

En la investigación se realizó el diseño y fabricación de 3 componentes del vehículo clásico, se realizó la tapa de fusibles, la rejilla de ventilación y el tapa cubos, con ayuda de un software de elementos finitos, un laminador una impresora 3D (FDM) y 3 materiales técnicos de impresión 3D como son ABS, Nylon y una aleación de PET y fibra de carbono. Esto con el objetivo de definir el material ideal para la fabricación de las piezas plásticas en manufactura aditiva además de comparar mediante tablas el comportamiento del material tanto en temperatura como en geometría, incluso se obtiene mejores características que el producto original con la misma funcionalidad aplicando ingeniería inversa. Finalmente, realizar mejoras sin perder la calidad y observar en la laminador los distintos parámetros de impresión.

Según (Creaform, 2021) la ingeniería inversa engloba diversos pasos, tales como análisis y recreación del diseño de un producto, donde es primordial la precisión eficaz y la forma de la pieza debe ser precisa y eficiente, logrando extraer la información necesaria del barrido y efectos de recrear el modelo conforme a su propósito con un archivo CAD perfecto que no contiene imperfecciones.

La impresión FDM o también conocida como (Fused Deposition Modeling) es la más utilizada en la industria por su mecanismo y uso sencillo, además de sus precios más accesibles variando entre desde 200€ a 4000€ las de mayor calidad. (Susana, 2019)

La presente investigación ofrece beneficios prácticos dentro de la industria automotriz detallando información preliminar de las características aplicativas de diferentes materiales técnicos como los que se usaron en la investigación, además de realizar tablas comparativas de los 3 materiales técnicos, el peso, tiempo de impresión, altura de capa y la funcionalidad de la pieza impresa.

Las exigencias que se realizan a estos componentes serán de suma importancia debido a que se utilizaran diariamente y es por ello que se verificara cuál de los 3 materiales técnicos: PET CF, Nylon o ABS es apto en las diferentes impresiones que vamos a realizar tanto en la parte interna del vehículo como en la parte externa.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Ingeniería inversa

La ingeniería inversa es un proceso en el que se diseña un objeto observando su construcción y funcionamiento y luego agregando algo adicional, como un material más resistente a la temperatura, al original. (Ingenierosasesores, 2022)

#### **Figura 1.**

*Ingeniería inversa*



*Fuente: 3DALIA*

El objetivo principal es recrear una pieza existente creando un diseño compatible en base a la pieza que se desarma y verificando cómo funciona su estructura, preguntándose cómo se puede mejorar aún más sin bajar su calidad, pero con materiales de menor costo volviendo a diseñar la pieza en software de diseño. Se puede volver a diseñar la pieza con medidas exactas al fabricarla con otro material que ofrezca una mayor durabilidad en comparación con la pieza del fabricante, pero sin disminuir su calidad o incluso aumentar su calidad. (Bolaños, 2019)

### 2.2 Manufactura aditiva

Solo el sector aeroespacial supera al sector automotriz como uno de los principales usuarios de la manufactura aditiva. El objetivo principal de las industrias automotriz y aeroespacial es aumentar la eficiencia del combustible y el rendimiento al mismo tiempo que reducen el peso. Desde Audi hasta Volvo se encuentran ejemplos en todas las áreas operativas, desde la investigación y el desarrollo (I+D) y el ensamblaje hasta la asistencia posventa y la restauración de automóviles clásicos. (Système, 2023)

### 2.3 Filamentos de manufactura aditiva

Para elaborar un filamento de calidad, primero se elige el filamento, que puede ser PLA, ABS u otro material técnico granulado, generalmente blanco. Posterior, se coloca en una trituradora industrial y se mezclan los aditivos o pigmentos que proporcionarán las características estructurales, como el color y la resistencia. Se seca durante dos horas a una temperatura de entre 60 y 280 grados. Este paso es crucial y si se omite al acelerar el proceso, podemos obtener plástico de peor calidad porque absorbe la humedad. Puede tapar la boquilla con más frecuencia. (Gonzalez, 2015)

Luego coje la forma redonda en un tanque de agua para la fase de enfriamiento. Aquí los motores conducen el filamento desde la cámara de enfriamiento hasta un

mecanismo de bobinado. El proceso comienza midiendo el diámetro del filamento con un dispositivo láser para tener (1,75 mm o 2,85 mm). Finalmente, las bobinas se empaquetan en una caja resistente y se envasan al vacío. (Gonzalez, 2015)

## **2.4 Nylon**

Tiene una gran resistencia que otros tipos de materiales de impresión en 3D, lo que le permite crear engranajes y otras piezas resistentes a la temperatura, pero absorbe la humedad. También se utiliza como refuerzo al caucho en los neumáticos y como material alternativo para las partes internas de los vehículos. El nylon tiene características, como su gran resistencia a la decoloración, solventes como el agua, el etanol y otras sustancias similares. La luz ultravioleta del sol también no lo afecta. (Valades, 2020)

## **2.5 Fibra de carbono**

Al ser resistentes y rígidos, los aros de neumáticos hechos a base de fibra de carbono se utilizan en la fabricación de partes de carrocería. La fibra de carbono es el material más utilizado en el ámbito automotriz, tanto en modificaciones de carrocería como en la creación de chasis para vehículos deportivos o de alta gama, ya que el material más liviano aumenta la velocidad y la potencia del motor. (Formlabs, 2024)

## **2.6 ABS**

El acrilonitrilo butadieno estireno o ABS, se desarrolló alrededor de 1990. El butadieno proporciona al ABS resistencia al impacto y propiedades a bajas temperaturas, mientras que el estireno le da brillo y rigidez. (C, 2017)

El ABS se fabrica a partir del petróleo, mientras que el PLA se fabrica a partir de materiales más sostenibles, como el almidón de maíz. Sin embargo, es un material reciclable. El ABS es asequible en términos de precio, tiene buena rigidez y gran resistencia al impacto y tiene una temperatura de fusión de aproximadamente 200°C y una temperatura de extrusión de aproximadamente 230 a 260°C. (NTH, 2022)

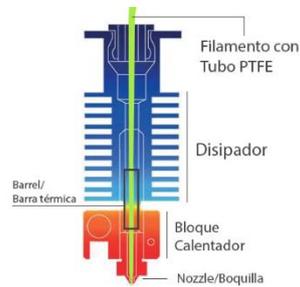
El material de ABS se encoge y se desprende de la base si no está en una base de impresión caliente debido a la ligera variación de temperatura. El ABS emite partículas peligrosas para la salud y se usa con frecuencia en prototipos, engranajes e incluso herramientas porque es más resistente a las tensiones físicas que algunos otros polímeros. Debido a su capacidad para aislar eléctricamente, también es ideal para fabricar carcasas de componentes eléctricos, salpicaderos o parachoques porque no se deforma con el tiempo ni con la luz del sol. (Cabrera, 2024)

## **2.7 Impresión 3d tipo: FDM**

Stratasys, la empresa que inventó esta tecnología, posee el término FDM. En algunas áreas también se emplean las palabras FFF, que significa Fabricación por

Filamento Fundido. Hoy existen impresoras 3D de escritorio asequibles. Podemos obtener una impresora de alta calidad desde alrededor de 300€. (Romero, 2019)

**Figura 2.**  
*Extrusor FDM*



*Fuente: Impresoras 3D*

La tecnología FDM calienta el termoplástico para fundir el material a través de una boquilla fina de 0,4 milímetros, el cabezal se mueve a lo largo de la placa para construir el objeto mandado en archivo, también conocido como gcode. (Susana, 2019)

Entre SLA y SLS, el FDM tiene la menor resolución y precisión. Es inadecuado para imprimir diseños complejos o piezas con relieves complicados. Los procesos de pulido químicos y mecánicos pueden lograr un acabado superior. Las impresoras 3D FDM industriales usan soportes solubles para mitigar algunos de estos inconvenientes y ofrecen más variedad de termoplásticos un precio elevado. (Stratasys, 2020)

La tecnología FDM reduce los costos de producción y ofrece tiempos de espera más cortos para una entrada al mercado más rápida. además de su extenso inventario de filamentos. FDM también se destaca por su repetibilidad, precisión y confiabilidad. FDM es fácil de aprender a operar es desde impresoras en casa en una oficina hasta plataformas de grado industrial para la fábrica. La tecnología FDM hace que sea viable comprar piezas de repuesto de bajo volumen y fuera de producción. (Vargas, 2021)

## **2.8 Software de diseño**

Autodesk inventor es un software de diseño asistido por computadora (CAD) para el modelado mecánico en 3D, la simulación, la visualización y la documentación. Inventor facilita la integración de datos 2D y 3D en un único lugar, creando una representación virtual del producto final que permite a los usuarios validar la forma, el ajuste y la función del producto antes de fabricarlo. (Garcia, 2023)

# **3 MATERIALES Y METODOS**

## **3.1 Método**

La presente investigación se realizó con el método cuantitativo debido a que (Tamayo 2007), dice la metodología cuantitativa utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para

establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. (Rodríguez 2010), señala que el método cuantitativo utiliza el cuestionario, inventarios y análisis demográficos que producen números, los cuales pueden ser analizados estadísticamente para verificar, aprobar o rechazar las relaciones entre las variables definidas operacionalmente, además regularmente la presentación de resultados de estudios cuantitativos viene sustentada con tablas estadísticas, gráficas y un análisis numérico.

Según lo antes mencionado se optó por el método cuantitativo debido a la recolección de datos y gráficas, además, de los métodos comparativo y método experimental, debido a que se va a comparar 3 piezas en diferentes materiales técnicos. Se catalogo cuál de los 3 filamentos 3D será apto para las impresiones en las partes plásticas del vehículo, en 3 impresiones en 3 diferentes materiales de impresión técnicos como son: ABS es el material más usado en la industria automotriz, PET CF es un material técnico que es de sencillo de imprimir debido a que no presenta warping y su aleación con fibra de carbono brinda una mejor resistencia y Nylon brinda una gran resistencia y además es un material flexible. Así se analiza el material que se adapte a las condiciones de trabajo, como lo es en el habitáculo la rejilla de ventilación, en la parte externa el tapa cubos y la parte lateral del motor, la tapa de fusibles.

**Figura 3.**  
*Proceso de impresión 3D*



Fuente: Creativo 3D

### 3.2 Impresora 3D

La investigación se realizó con la ayuda de la Prusa Original MK3S + es una impresora 3D (FDM) de código abierto, que nos brinda la posibilidad de trabajar con una amplia variedad de termoplásticos gracias a la temperatura que brinda la boquilla la cual es de 300° C y la base 120° C. Diseñado por Josef Prusa. (Prusa, 2023)

**Tabla 1.**  
*Comparación Impresoras 3D*

	Creativity ender 3 V2 neo 3D	Pursa MK3S+	Prusa XL
Precio	\$ 200,00	\$ 1.276,00	\$ 4.290,00
Temperatura base °C	100	120	120
Temperatura de boquilla °C	260	300	300
Velocidad mm/s	180	200	200
Compatibilidad con materiales	3 materiales	13 materiales	16 materiales
Calibracion	Manual	Automatica	Automatica
Volumen de impresión mm	220 x 220 x 250	250 x 210 x 210	360 x 360 x 360
Sensor de corte de energia	No	Si	Si
Sensor de corte de filamento	No	Si	Si
Desperdicio de material g	40	20	5

Fuente: Prusa, 2023

Según la tabla 1 la impresora Prusa MK3S+ brinda grandes características a un precio razonable por su compatibilidad de materiales su velocidad su calibración su volumen de impresión etc.

### 3.3 Polímeros en manufactura aditiva

Los filamentos que se utilizaron en esta investigación e imprime la impresora 3D prusa MK3S+ se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2**  
*Tabla de materiales prusa*

Material	Impresión con cerramiento	Caja seca recomendado	Boquilla endurecida necesaria	Temperatura de la boquilla	Temperatura de la base	Imprimible en lámina texturizada	Imprimible en lámina suave de PEI	Imprimible en lámina satinada	Soluble con solventes comunes	Temperatura de flexion termica	Resistencia al impacto	Tension de rotura	Precio
PLA	No	-	No	185-235 °C	50-60 °C	✓	✓	✓	✗	1,5	1	4,5	\$ 22,50
PETG	No	No	No	215-270 °C	70-90 °C	✓	con barra de pegamento	✓	✗	2,5	2,5	4,5	\$ 20,00
PETG HT	No	No	No	270 °C	110 °C	✓	con barra de pegamento	✓	✗	4,5	5	4,5	\$ 42,32
ASA	Si recomendado	No	No	220-275 °C	90-110 °C	con barra de pegamento	con barra de pegamento	✓	✓	4	2,5	4	\$ 37,50
ABS	Si recomendado	No	No	230-255 °C	95-110 °C	con barra de pegamento	con barra de pegamento	✓	✓	4	1,5	4	\$ 30,00
PC (Polycarbonate)	Si recomendado	No	No	270-275 °C	100-115 °C	con barra de pegamento	con barra de pegamento	✓	✗	5	4,5	5	\$ 46,78
CPE	No	Si	No	275 °C	90-110 °C	✓	con barra de pegamento	✓	✗	4	3	4,5	\$ 89,58
PVA / BVOH	No	Si	No	195-215 °C	60 °C	✓	✓	✓	✓	1	1	5	\$ 46,22
HIPS	No	No	No	225-255 °C	100-110 °C	✓	✓	✓	✓	4,5	1,5	2,5	\$ 24,54
PP (Polypropylene)	-	No	No	220-245 °C	0-100 °C	no recomendado	con cinta de PP	✓	✗	1,5	4,5	2,5	\$ 16,27
Flex	No	Si	No	220-260 °C	40-85 °C	✓	con barra de pegamento	con barra de pegamento	✗	2	5	1	\$ 27,99
nGen	No	No	No	240 °C	90 °C	✓	con barra de pegamento	✓	✗	2,5	5	4	\$ 32,24
PA (Nylon)	Si recomendado	Si	No	240-285 °C	70-115 °C	con barra de pegamento	no recomendado	con barra de pegamento	✗	5	4,5	4	\$ 70,00

Fuente: Prusa 3D

Las características que presentan los filamentos usados fueron.

**Tabla 3.**  
*Características de los materiales técnicos usados en la impresión*

	PET CF	ABS	Nylon
Temperatura de impresión °C	260 - 280	230 - 250	230 - 255
Densidad (g/cm3)	1.04	1.4	1.14
Temperatura de la cama °C	>60	90 - 110	100
Ventilador %	0 - 50	0 - 20	0 - 20
Resistencia a la tracción MPa	80	41	85
Módulo de elasticidad MPa	9000	2245	3200
Alargamiento %	2.5	1.4	70
Impacto Charpy KJ/m2	40	50.3	-
Alargamiento frexual %	8.8	3.5	70
Módulo de elasticidad a la flexión GPa	8	2.2	-
Velocidad de impresión	30 - 50	30 - 50	20 - 60
Temperatura de uso continuo °C	100	104	115
Temperatura de deformación °C	125	105	116

Fuente: Smartfil

### 3.4 Software y materiales

El software de elementos finitos se utilizó para realizar el diseño CAD además del calibrador pie de rey y una regla como herramientas de medición.

El laminador prusa slicer se usó para definir altura de capa, relleno, soportes, calibraciones del perfil según el material y su transformación a código G para imprimir.

Para esta investigación se realizaron 3 piezas de diferentes partes del vehículo, el tapa cubos en la parte externa del vehículo una pieza estética y funcional, debido a los mantenimientos que no siempre tienen las herramientas adecuadas para sustraer el objeto, muchas veces se rompe el tapa cubos. La opción es pegar con silicón lo cual no es una reparación adecuada, después se realizó en la parte interna alado del motor la tapa de fusibles, puesto que al cambiar los fusibles siempre tenemos un desgaste en las vinchas y al momento de romperse la vincha ya no se ajusta de igual forma. Por último, se diseñó el difusor de ventilación, ya que los cambios de temperatura y la constante manipulación al de direccionar el flujo de aire frio o caliente con el tiempo se degrada.

#### Proceso

Se realizó la toma de medidas con la ayuda del calibrador pie de rey.

#### Figura 4.

*Toma de medidas*

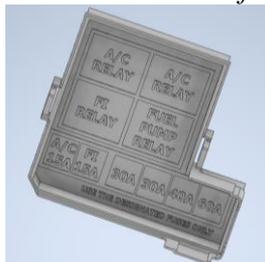


*Fuente: Autores  
Diseño CAD*

Una vez realizada la toma de medidas de la carcasa de la tapa de fusibles, se diseñó en el programa de software de elementos finitos y se exporto como archivo STL.

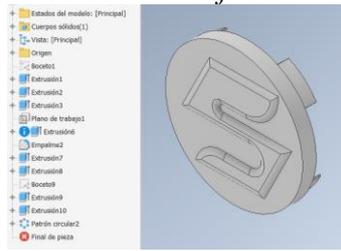
#### Figura 5.

*Diseño tapa de fusibles en el software de elementos finitos*



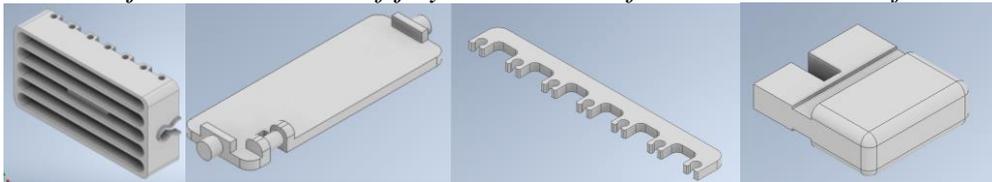
*Fuente: Autores*

**Figura 6.**  
*Diseño tapa cubos en el software de elementos finitos*



*Fuente: Autores*

**Figura 7**  
*Diseño de la rejilla de ventilación fija y móvil en el software de elementos finitos*



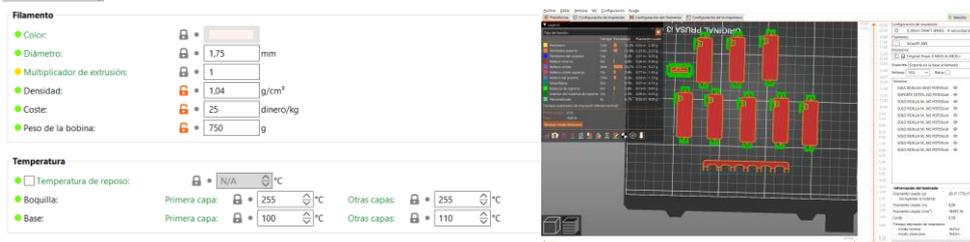
*Fuente: Autores*

Con la ayuda del laminador prusa slicer se calibro las temperaturas del material, el relleno, altura de capa, velocidad de impresión, soportes y muchos parámetros más.

### Laminador en ABS

Se realizó la impresión con ABS. La rejilla de ventilación con un relleno del 15%, el tapa cubos y tapa de fusibles se colocó un relleno del 15%, todos a una altura de capa de 0.30 con el fin de tener buena calidad con un tiempo de impresión adecuado. Se ubicó soportes en la base, se cambió la boquilla de latón por una boquilla de acero debido al uso de materiales técnicos. Para imprimir ABS la boquilla tiene que llegar a 255°C y la base a 100°C. El ventilador funcionó al 15% debido a que este material al enfriarse se contrae y presenta el warping.

**Figura 8.**  
*Impresión en prusa slicer con ABS*

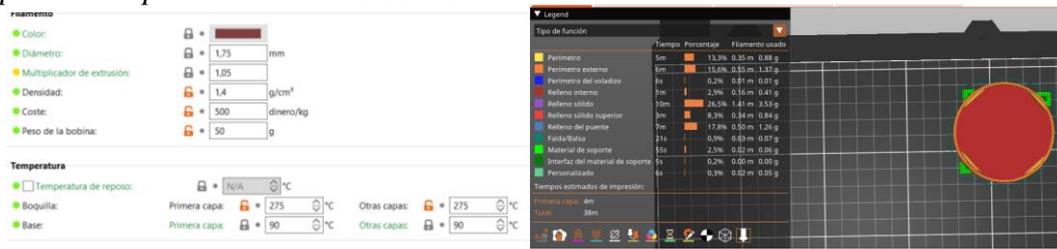


*Fuente: Autores*

### Laminador en PET CF

Para la impresión en PET CF el tapa cubos, la rejilla de ventilación con y la tapa de fusibles se realizó con un relleno del 15%, todos a una altura de capa de 0.30 y soportes en la base. Para la impresión la temperatura de boquilla fue de 275 °C y la base en 90°C. Para el uso del ventilador en el programa se limitó como mínimo al 30% y máximo al 50% debido a la facilidad de impresión del PET.

**Figura 9.**  
Impresión en prusa slicer con PET CF

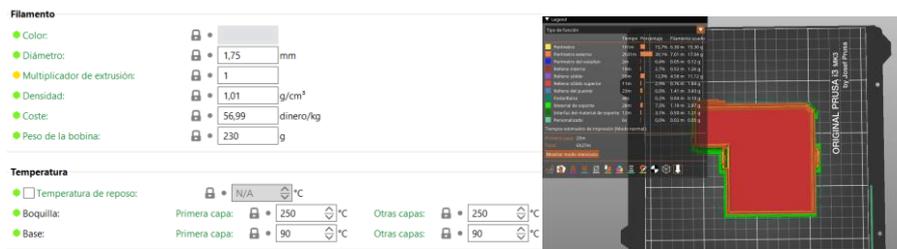


Fuente: Autores

## Laminador en Nylon

Para imprimir en nylon el tapa cubos, la rejilla y la tapa de fusibles se realizó con un relleno del 15%, además se aplicó una altura de capa de 0.20 lo cual indica la ficha técnica, soportes en la base. Para la impresión la temperatura de boquilla fue de 250 °C y la base en 90°C. Para imprimir nylon el ventilador permanece apagado todo el tiempo. El perfil del nylon seleccionado se encontró en el laminador como FX256.

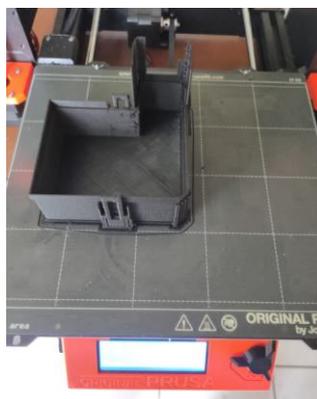
**Figura 10.**  
Impresión en prusa slicer con Nylon



Fuente: Autores

Una vez laminados los diseños, se exportó el archivo en código G y se envió a la tarjeta SD para ser colocada en la impresora, luego se precalentó a la temperatura ideal para imprimir en los materiales técnicos, posteriormente se introdujo el filamento y se seleccionó el archivo en código G con ayuda del dial.

**Figura 11.**  
Impresión tapa de fusibles

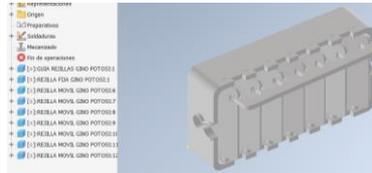


Fuente: Autores

## 4 RESULTADOS Y DISCUSION

Las piezas no encajaban entre sí, como las rejillas móviles no entran en la base de las rejillas fijas, no se pudo girar con facilidad, esto nos llevó a realizar una simulación en el software de elementos finitos para revisar tolerancias.

**Figura 12.**  
*Simulación rejilla*



*Fuente: Autores*

**Tabla 4.**  
*Tabla de tolerancias*

Tolerancia	Descripción
0.1 mm	Apretado
0.2 mm	Ajuste normal
0.3 mm	Suelto

*Fuente: Autores*

Debido a la gravedad en la rejilla fija las circunferencias no salieron correctas, sino que se presentaron unas deformidades dando como resultado óvalos así la rejilla fija no encajó con las piezas de las rejillas móviles además por la temperatura alta de impresión se fusionan a las piezas y es complicado sacar la balsa

**Tabla 5.**  
*Características tapa cubos*

	Configuración de impresión	Relleno	Soportes	Tiempo de impresión	Peso de la pieza (g)	Temperatura boquilla °C	Temperatura base °C
NYLON	0,20 Quality	15%	Si	56 min	8,1	250	90
ABS	0,30 Draft	15%	Si	38 min	8,49	255	100
PET CF	0,30 Draft	15%	Si	1:13 min	11,9	275	90

*Fuente: Laminador de código abierto*

Al imprimir el tapa cubos con ABS, se rediseño el logo con una extrusión tipo corte de 0.2 mm.

**Figura 13.**  
*Impresión tapa cubos*



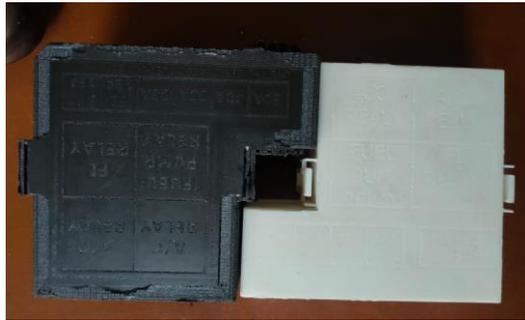
*Fuente: Autores*

**Tabla 4***Características tapa de fusibles*

	Configuración de impresión	Relleno	Soportes	Tiempo de impresión	Peso de la pieza (g)	Temperatura a boquilla °C	Temperatura a base °C
NYLON	0,20 Quality	0%	Si	5h:52 min	52,53	250	90
ABS	0,30 Draft	0%	Si	4h:03 min	54,6	255	100
PET CF	0,30 Draft	0%	Si	7h:57min	77,17	275	90

Fuente: Laminador de código abierto

Al realizar la impresión de la tapa de fusibles se realizó las letras con una extrusión de 0.2 mm ya que se realizó a 0.1mm y 0.3mm y no se apreció bien el texto.

**Figura 16.***Impresión tapa de fusibles*

Fuente: Autores

## Resultados de impresión rejilla de ventilación

**Tabla 5***Características rejilla fija*

	Configuración de impresión	Relleno	Soportes	Tiempo de impresión	Peso de la pieza (g)	Temperatura boquilla °C	Temperatura base °C
NYLON	0,20 Quality	50%	Si	3h:29m	26,61	250	90
ABS	0,30 Draft	50%	Si	2h:17m	30,35	255	100
PET CF	0,30 Draft	50%	Si	4h:43m	42,9	275	90

Fuente: Laminador de código abierto

**Tabla 6***Características componentes de la rejilla fija*

	Configuración de impresión	Relleno	Soportes	Tiempo de impresión	Peso de la pieza (g)	Temperatura boquilla °C	Temperatura base °C
NYLON	0,20 Quality	15%	Si	1h:58m	15,58	250	90
ABS	0,30 Draft	15%	Si	1h:21m	16,58	255	100
PET CF	0,30 Draft	15%	Si	2h:33m	23,43	275	90

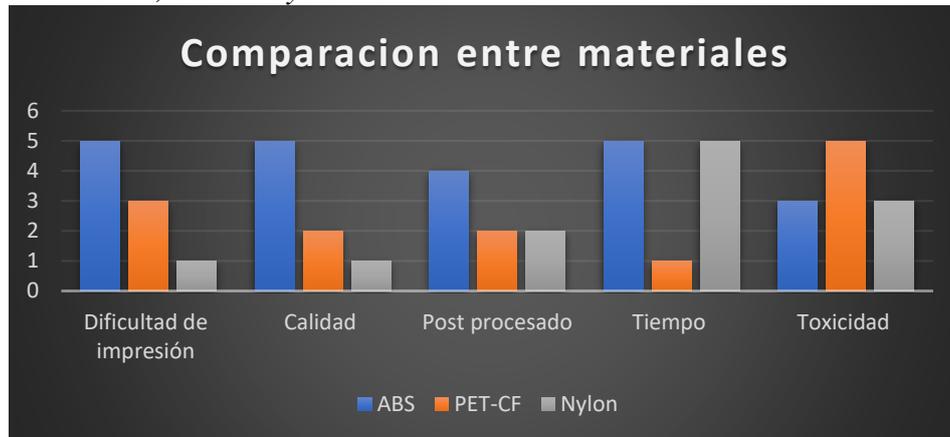
Fuente: Laminador de código abierto

**Figura 17.***Rejilla fija.*

Fuente: Autores

**Tabla 7**

*Comparación ABS, PET CF y NYLON*



Fuente: Autores

En la tabla 7 se aprecia la gráfica de dificultad de impresión indica que: El ABS es el más fácil de imprimir debido a que en un entorno controlado la calidad de impresión es muy buena a diferencia de la impresión con PET CF fue aceptable puesto que al momento de la impresión presenta en la impresora el mensaje de anomalía térmica y el nylon no se adherían bien las capas dañando la impresión final. Continuando con la gráfica de calidad se observa que el ABS tiene una gran calidad el PET CF debido a su aleación se pega el material de soporte y es muy difícil desprender el material de soporte y el nylon presenta una baja calidad debido a su gran superficie de contacto y para corregir eso se debería modificar el ancho de pared debido a la flexibilidad del material, sin embargo, no encajaría en su lugar de trabajo. La grafica 3 denominada post procesado hace referencia a la facilidad de trabajar con esa pieza una vez impresa como lo es el lijado en el ABS el uso de acetona y la facilidad de aplicar una capa de pintura, el PET CF y el nylon no tienen la misma facilidad de post procesado. En referencia al tiempo tanto el ABS como el nylon presentan el mismo tiempo en lo que se refiere a tiempo de impresión, sin embargo, el PET CF es el material que más tiempo toma en imprimirse. Finalmente, la gráfica de la toxicidad indica que el nylon y el ABS tienen el mismo nivel de toxicidad, pero el PET CF es el más toxico debido a la presencia de las partículas de carbono

### Pruebas

#### **Tapa cubos**

En primera instancia el logotipo se extruyo de manera externa, resultando un acabado desagradable a la vista. Para solventar este problema, se aplicó ingeniería inversa rediseñando el archivo CAD con una base llana y la extrusión del logo de la marca en formato corte de 0.2 mm. Verificando que las vinchas se enganchen en el aro y no se fracturen.

En la prueba de temperatura el tapacubos resistió una temperatura de 22°C en una condición de trabajo normal como lo es su exposición a la intemperie.

### Rejillas de ventilación

En la prueba de temperatura se colocó la rejilla de ventilación en la parte interna del vehículo en su lugar de trabajo, pero se deformó a una temperatura de 38 grados centígrados. Esto sucedió debido a que se realizó la impresión un relleno de 15%, también tuvo una separación de 2.5 mm entre rejillas. Por lo tanto, se modificó el archivo CAD realizando una separación entre rejillas de 5mm y un relleno del 50% además de unos refuerzos en la parte horizontal entre rejillas.

### Tapa de fusibles

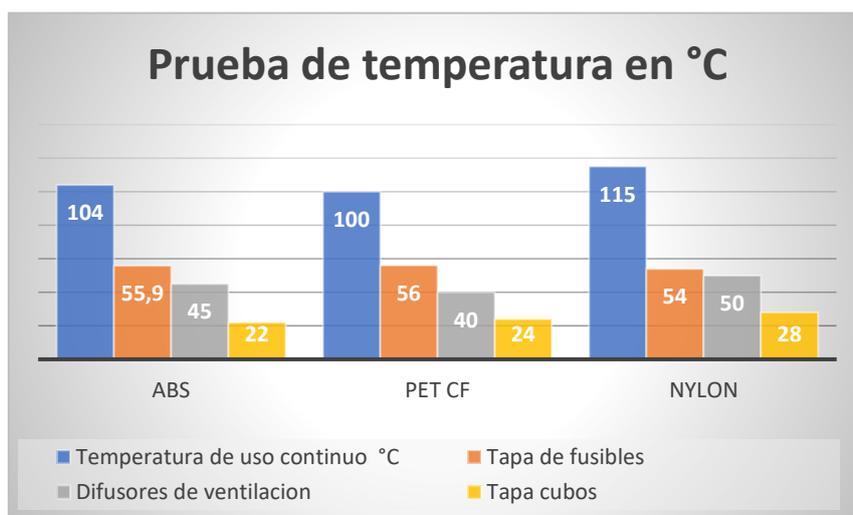
En la prueba de resistencia la pieza se deformó y se despegó debido a que solo tenía una capa de adherencia, además en la prueba estética las letras no tenían una buena apariencia además de un acabado poco profesional.

Con estas pautas se rediseño la tapa de fusibles aumentando el espesor de la pieza, sin embargo, al realizar la impresión en la prueba de geometría chocaba con la carrocería y las vinchas no encajaban debido a que la pieza era sólida. Finalmente se alargó las vinchas, se redujo el diámetro de capas, se extruyeron las letras internamente y se realizaron chaflanes para evitar el desprendimiento de capas al momento de realizar una diferencia de medidas.

Después se realizó la misma prueba de temperatura en la parte interna del capo llegando a temperaturas de 44.9°C y no presento deformaciones.

### Tabla 8

*Pruebas del material*



Fuente: Autores

Según la tabla 8 en la temperatura mencionada: Tanto la tapa de fusibles a una temperatura de 56°C y el tapa cubos a una temperatura de 24°C resistieron la prueba de temperatura, sin embargo, la rejilla de ventilación presentó deformaciones a los 40°C en

el interior del vehículo por lo cual se aplicó ingeniería inversa en la rejilla de ventilación modificando su diseño mas no su geometría.

## 5 CONCLUSIONES

El uso de ingeniería inversa es de suma importancia al momento de diseñar el archivo CAD. En la investigación se implementó el uso de ingeniería inversa en el difusor de ventilación, debido a que al ser otro proceso de manufactura el difusor con las mismas medidas se deformó a una temperatura normal de trabajo de 46°C. Para ello en vez de ser 5 rejillas se modificó a 4. De la misma manera la tapa de fusibles las letras se extruyeron de manera interna para tener un mejor acabado final a la pieza, se realizó chaflanes para adherir bien las piezas y no se despeguen además de alargar las vinchas debido a que al ser rígida la pieza creada no tiene la misma flexibilidad de la pieza original.

Para el uso del laminador se establecen parámetros como es el 15% de relleno, pero al visualizar el tapa fusibles no se encuentra en ninguna parte el relleno debido a la geometría de la pieza, sin embargo, en el difusor de ventilación al realizar en un relleno del 15% y por su geometría y su ambiente de trabajo la pieza se deforma. Pero al realizar unas modificaciones y un relleno del 50% la pieza no presento deformaciones en su área de trabajo.

El ABS es la mejor opción en la investigación. El ABS tiene una alta resistencia a la temperatura de 59°C, además el post procesado es más fácil como el pintado o el uso de acetona para que la pieza brille o mejore las propiedades del ABS. El PET CF mostro un gran adherencia de capas, además de resistencia térmica gracias a su aleación de 20% fibra de carbono y 80% PET. Sin embargo, presento anomalías térmicas en la impresión, además la cantidad de filamento era 500 gramos comparado con los 750 gramos de ABS y 1kg de Nylon, tuvo mayor tiempo de impresión y mayor peso en las piezas y el soporte es más complicado de sacar de la pieza. Debido a la presencia de micropartículas de carbono este filamento es más abrasivo degradando la boquilla con el tiempo. El Nylon es más complejo de imprimir debido a la fácil absorción a la humedad, necesita un proceso de secado el cual tarda varias horas, además, su altura de capa de 0.2 mm mencionado en la ficha técnica.

## 6. Referencias

- Bolaños, C. A. (2019). *Alternativa para la construcción de Autopartes Vehicular por medio de la Ingeniería Inversa e Impresión 3D. Caso de estudio tapa de distribución inferior del Chevrolet Spark 2015 ( Tesis de maestria Univesidad Internacional SEK)*. repositorio.uisek.edu.ec. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3303>
- C, L. (13 de Diciembre de 2017). *3D natives* . Obtenido de <https://www.3dnatives.com/es/fdm-o-sla-impresion-3d-131220172/>

- Cabrera. (02 de Mayo de 2024). *Servitec3D*. Obtenido de Servitec3D:  
<https://servitec3d.com/blog/pla-y-abs-comparativa/>
- Creaform. (27 de Abril de 2021). *Metex*. Obtenido de Metex:  
<https://www.creaform3d.com/blog/es/como-aplicar-ingenieria-inversa-a-las-piezas-de-automovil-clasico/>
- Erick, G. (05 de 04 de 2023). *Capterra*. Obtenido de Capterra:  
<https://www.capterra.ec/software/174020/inventor#:~:text=Utilizar%20Inventor%20e s%20muy%20fácil,pieza%20que%20conformaría%20el%20objeto.>
- Formlabs. (23 de Marzo de 2024). *Formlabs*. Obtenido de  
<https://formlabs.com/latam/blog/materiales-impresion-3d/>
- Gonzalez, O. (16 de 02 de 2015). *Brico Geek*. Obtenido de Brico Geek:  
<https://blog.bricogeek.com/noticias/tecnologia/como-se-hace-el-filamento-para-impresoras-3d/>
- Ingenierosasesores. (26 de Julio de 2022). *Ingenierosasesores.com*. Obtenido de  
<https://ingenierosasesores.com/actualidad/ingenieria-inversa-concepto-aplicaciones/>
- NTH, G. (30 de Mayo de 2022). *Grilon3 NTH*. Obtenido de Grilon3 NTH:  
<https://grilon3.com.ar/el-abs-en-la-impresion-3d/>
- Prusa. (24 de Noviembre de 2023). *Prusa*. Obtenido de  
<https://www.prusa3d.com/es/producto/impresora-3d-original-prusa-i3-mk3s-3/>
- Romero. (25 de Octubre de 2019). *Canal diseño y arquitectura*. Obtenido de  
<https://www.inesem.es/revistadigital/disenio-y-artes-graficas/tecnologias-de-impresion-3d/>
- Stratasys. (15 de 05 de 2020). *stratasys*. Obtenido de stratasys:  
<https://www.stratasys.com/mx/guide-to-3d-printing/technologies-and-materials/fdm-technology/>
- Susana. (07 de Octubre de 2019). *3D natives*. Obtenido de 3D natives :  
<https://www.3dnatives.com/es/fusion-por-haz-de-electrones-les-explicamos-todo/#!>
- Systèmes, D. (10 de Febreo de 2023). *3DEXPERIENCE Make*. Obtenido de 3DEXPERIENCE Make:  
<https://www.3ds.com/es/make/solutions/industries/automotive-3d-printing>
- Valades, B. (9 de Julio de 2020). *globa plast*. Obtenido de  
<https://globaplast.com.mx/caracteristicas-del-nylon/>
- Vargas, J. (2021). *Taiced*. Obtenido de <https://www.taiced.com/prusa>

## Anexos

### Anexo 1

Fichas técnicas de los materiales usados en la investigación

### ABS

ABS Smartfil Gris / Filament2Print. (s. f.). <https://filament2print.com/es/abs-smartfil/733-abs-smartfil-gris.html>



### ABS

SMARTFIL ABS o Acrilonitrilo Butadieno Estireno, es un filamento que aguanta altas temperaturas, es mecanizable y soluble en acetona.

Una de las cualidades de nuestro filamento de ABS es su resistencia, es reciclable y es fácil de pintar. Es un plástico que se usa en múltiples aplicaciones, objetos domésticos, piezas industriales, en automoción y muchas más.



Mecanizable



Resistencia térmica



Apto para contacto con alimentos

	VALORES	UNIDAD DE MEDIDA	STANDARD	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>				
Nombre químico	Acrilonitrilo Butadieno Estireno			
Densidad	1,04	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D792	
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS <sup>1</sup></b>				
	PLANO XY	PLANO ZX		
Resistencia a la tracción	32,9	12,5	MPa	ISO 527
Módulo de tracción	-	-	MPa	ISO 527
Resistencia a la flexión	68,1	20,7	MPa	ISO 178
Módulo de flexión	2245,9	140,8	MPa	ISO 178
Alargamiento al esfuerzo máximo	1,4	0,7	%	ISO 527
Alargamiento a la tracción a la rotura	2,6	0,7	%	ISO 527
Alargamiento por flexión a la rotura	8,8	2,5	%	ISO 178
Fuerza de Impacto Charpy (sin entalla)	50,3	5,3	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179
Dureza	82,7		Shore D	ISO 7619-1
<b>PROPIEDADES TÉRMICAS</b>				
Temperatura de transición vítrea (Tg)	104		°C	ISO 11357
VICAT B (50 N 50°C/h)	105		°C	ISO 306
HDT B (0,45 MPa)	99		°C	ISO 75

<sup>(1)</sup> Valores obtenidos sobre probetas impresas, nozzle 0,4 mm, infill rectilíneo 100%, altura de capa 0,2 mm. Para más información póngase en contacto con nosotros mediante correo electrónico a [info@smartmaterials.com](mailto:info@smartmaterials.com) o visite nuestra web [www.smartmaterials3d.com](http://www.smartmaterials3d.com)

#### PROPIEDADES DE IMPRESIÓN

Temperatura de impresión	230 - 250	°C
Temperatura de la cama	90 - 110	°C
Ventilador de capa	0 - 20	%
Flujo de material	100	%
Altura de capa	≥ 0,1	mm
Recomendaciones de boquilla	≥ 0,2	mm
Velocidad impresión	30 - 50	mm/s

TAMAÑO	PESO NETO	PESO BRUTO	DIAMETROS	COLOR	EMBALAJE
M	750 g	975 g	1,75 mm/2,85 mm	Varios	SmartBag, sello de seguridad, bolsa desecante.

AVISO: la información proporcionada en las hojas de datos está destinada a ser solo una referencia. No debe utilizarse como valores de diseño o control de calidad. Los valores reales pueden diferir significativamente dependiendo de las condiciones de impresión. El rendimiento final de los componentes impresos no solo depende de los materiales, también son importantes las condiciones de diseño e impresión.

smart materials 3D

@ www.smartmaterials3d.com

✉ info@smartmaterials3d.com

☎ +34 953 041 993

## Anexo 2

### PET CF

marek@promokit.eu. (s. f.). *Comparer filament Innovatefil PET FC Smart Materials / Triwee.*

Alysum Prestashop AMP Template. [https://triwee.shop/es/smart-materials/6737-](https://triwee.shop/es/smart-materials/6737-innovatefil-pet-fibra-de-carbono.html)

[innovatefil-pet-fibra-de-carbono.html](https://triwee.shop/es/smart-materials/6737-innovatefil-pet-fibra-de-carbono.html)

# PET FIBRA DE CARBONO

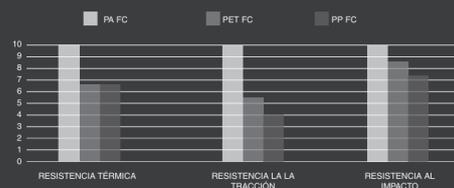
FICHA TÉCNICA VERSION 1.0



Innovatefil® PET FC es un filamento con base PET que incorpora fibra de carbono. Gracias a esta unión mantenemos las grandes cualidades del PET y se aumentan sus propiedades mecánicas y térmicas. La estabilidad y facilidad de impresión permiten conseguir piezas con un acabado destacable, sus principales ventajas son:

- Elevada resistencia mecánica y térmica.
- Gran resistencia química.
- Baja absorción de humedad.
- Buena estabilidad dimensional.
- Acabado superficial perfecto.

TABLA COMPARATIVA



	VALOR	UNIDADES DE MEDIDA	STANDARD
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>			
Nombre Químico	Polyethylene terephthalate with Carbon Fiber		
Densidad	1.4	g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183
<b>PROPIEDADES MECANICAS</b>			
Resistencia a la tracción	80	MPa	ISO 527
Módulo de elasticidad	9	GPa	ISO 527
Alargamiento	2.5	%	ISO 527
Impacto Charpy (entalla a 23 °C)	40	KJ/m <sup>2</sup>	ISO 179 1eU
Fuerza flexible	130	MPa	ISO 178
Alargamiento flexural	3.5	%	ISO 178
Módulo de flexión	8	GPa	ISO 178
<b>PROPIEDADES TÉRMICAS</b>			
Temperatura de uso continuo	100	°C	UL 746B
Máximo (corto plazo) Uso Temp.	125	°C	
<b>PROPIEDADES DE IMPRESIÓN</b>			
Temperatura de impresión	260-280	°C	
Temperatura de la cama	>60	°C	
Ventilador de capa	0-50	%	
Velocidad de impresión	30-50	mm/s	

# PET FIBRA DE CARBONO



FICHA TÉCNICA VERSION 1.0

## RECOMENDACIONES DE USO

### PROTEGER DE LA HUMEDAD

Innovatefil® PET FC no es propenso a absorber humedad, aun así, es recomendable un buen almacenamiento y cuidado del material, por ello, se entrega en una bolsa al vacío con una gran protección frente a la humedad de manera que el filamento no pueda absorber la humedad ambiente. Previo a su embolsado el filamento sigue los controles más estrictos de calidad deshumidificando la materia prima hasta conseguir un contenido en humedad menor al 0.02%.

Una vez desempaquetado el producto se recomienda mantenerlo en un ambiente seco y oscuro.

### UTILICE UN DISPOSITIVO ADECUADO PARA IMPRIMIR

Este material requiere condiciones de impresión exigentes, dependiendo de la impresora puede requerir un extrusor con capacidad de alcanzar los 270 °C, asegúrese de que su impresora tiene la capacidad de imprimirlo.

#### MANTENER EL EXTRUSOR EN BUEN ESTADO

Una vez finalizada la impresión es necesario limpiar la boquilla eliminando el material sobrante para evitar obturaciones y defectos en la impresión no deseado, si se utilizan varios materiales es recomendable disponer de una boquilla para cada material de manera que eviten ser mezclados.

#### RECOMENDACIONES PARA EL USO DE FIBRA DE CARBONO

La fibra de carbono hace que este filamento sea muy abrasivo por lo que es necesario el uso de boquillas de acero endurecido o similares para imprimir, y evitar de esta forma un desgaste prematuro de los componentes

Para conseguir un mejor acabado y evitar problemas en la impresión, se recomienda utilizar boquillas de 0,6 mm de diámetro e imprimir altura de capa de 0.2 mm o superior, no seguir estas recomendaciones puede causar problemas de obstrucción en la boquilla.



Descargo de responsabilidad: la información proporcionada en las hojas de datos está destinada a ser solo una referencia. No debe utilizarse como valores de diseño o control de calidad. Los valores reales pueden diferir significativamente dependiendo de las condiciones de impresión. El rendimiento final de los componentes impresos no solo depende de los materiales, también son importantes las condiciones de diseño e impresión.

Smart Materials no asume ninguna responsabilidad por cualquier daño, lesión o pérdida producida por el uso de sus filamentos en cualquier aplicación particular.

### Anexo 3

### NYLON

Filamentos Grilon3. (2023, 14 noviembre). *Fichas técnicas - Grilon3*. Grilon3.

<https://grilon3.com.ar/fichas/>



## HOJA TÉCNICA DE PRODUCTO

Filamento para Impresoras 3D. Industria Argentina.



**Nylon6**  
POLIAMIDA DE VALOR

(Poliamida 6)

**GRILON**  
EMS

#### Especificaciones del Monofilamento

Díámetro (Ø)	Tolerancia	Ovalidad
1.75 mm	± 0,02mm con un 99% y ±0.03 con el 1% de Nivel de Confianza	≥97 %
2.85 mm	± 0,04mm con un 99% y ±0.05 con el 1% de Nivel de Confianza	≥97 %

Property	Unit	Value
Mechanical Properties of monofilament d=2mm		
Draw ratio		4,5      5,0      5,5      6,0
Strength	g/d	4,4      5,1      6,2      7,1
Line Tenacity	kg	146      172      215      254
Elongation	%	51      42      36      32
Tensile modulus	g/d	12      12      14      14
Strength	g/d	2,8      3,3      3,6      3,4
Knot Tenacity	kg	93      111      124      121
Elongation	%	33      33      31      29

Propiedades de la Materia Prima más relevantes

Descripción	Método	Valor Típico
Densidad	ISO 1183	1,14 Gr/Cm <sup>3</sup>
Viscosidad relativa	96% ácidosulfúrico	4.05



PERFIL DEL MATERIAL PARA FDM



Filamento para Impresoras 3D. Industria Argentina.



Perfil de Aplicación: Piezas funcionales, que resistan altas temperaturas y esfuerzos, flexiones, torsiones, cargas.  
 Pieza de ejemplo: Engranaje, Buje, Correa, Bocallave, Soporte/ménsula, picaporte, tapa roscada, etc.  
 Se destaca por: Ofrecer una entrada al universo materiales técnicos a precios de materiales básicos.

PERFIL RÁPIDO DEL MATERIAL

Nivel de Experiencia para uso	<table border="1"> <tr> <td>Básico</td> <td>Medio</td> <td>Avanzado</td> </tr> <tr> <td>Mat. Estándar</td> <td>Mat. Técnico</td> <td></td> </tr> </table>	Básico	Medio	Avanzado	Mat. Estándar	Mat. Técnico		Apto Ventilación de Capa	NO												
Básico	Medio	Avanzado																			
Mat. Estándar	Mat. Técnico																				
Recomendación Temp. Pico Rango 230*255	<table border="1"> <tr> <td>180</td> <td>200</td> <td>220</td> <td>240</td> <td>260</td> <td>245°C</td> </tr> <tr> <td>Mat. Estándar</td> <td>Mat. Técnico</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	180	200	220	240	260	245°C	Mat. Estándar	Mat. Técnico					Capacidad para "Puentes"	<table border="1"> <tr> <td>Ninguna</td> <td>Media</td> <td>Destacada</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ninguna	Media	Destacada			
180	200	220	240	260	245°C																
Mat. Estándar	Mat. Técnico																				
Ninguna	Media	Destacada																			
Recomendación Temp. Cama	<table border="1"> <tr> <td>50</td> <td>70</td> <td>90</td> <td>110</td> <td>130</td> <td>100°</td> </tr> <tr> <td>Mat. Estándar</td> <td>Mat. Técnico</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	50	70	90	110	130	100°	Mat. Estándar	Mat. Técnico					Capacidad para Voladizos	<table border="1"> <tr> <td>Ninguna</td> <td>Media</td> <td>Destacada</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ninguna	Media	Destacada			
50	70	90	110	130	100°																
Mat. Estándar	Mat. Técnico																				
Ninguna	Media	Destacada																			

DATOS ADICIONALES DEL MATERIAL

Resistencia a Temperaturas	<table border="1"> <tr> <td>50</td> <td>60</td> <td>70</td> <td>80</td> <td>90</td> <td>100</td> <td>110</td> <td>120</td> <td>130</td> <td>140</td> <td>115°</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Material Estándar</td> <td colspan="5">Material Técnico</td> </tr> </table>	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	115°	Material Estándar						Material Técnico																														
50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	115°																																							
Material Estándar						Material Técnico																																											
Con Annealing	<table border="1"> <tr> <td colspan="11">No Disponible</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Material Estándar</td> <td colspan="5">Material Técnico</td> </tr> </table>	No Disponible											Material Estándar						Material Técnico																														
No Disponible																																																	
Material Estándar						Material Técnico																																											
Resistencia a Impactos	<table border="1"> <tr> <td>Baja</td> <td>Leve</td> <td>Moderada</td> <td>Buena</td> <td>Muy Buena</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Material Estándar</td> <td colspan="3">Material Técnico</td> </tr> </table>	Baja	Leve	Moderada	Buena	Muy Buena	Excelente	Material Estándar			Material Técnico																																						
Baja	Leve	Moderada	Buena	Muy Buena	Excelente																																												
Material Estándar			Material Técnico																																														
Con Annealing	<table border="1"> <tr> <td colspan="6">No Disponible</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Material Estándar</td> <td colspan="3">Material Técnico</td> </tr> </table>	No Disponible						Material Estándar			Material Técnico																																						
No Disponible																																																	
Material Estándar			Material Técnico																																														
Resistencia a Torsiones	<table border="1"> <tr> <td>Baja</td> <td>Leve</td> <td>Moderada</td> <td>Buena</td> <td>Muy Buena</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Material Estándar</td> <td colspan="3">Material Técnico</td> </tr> </table>	Baja	Leve	Moderada	Buena	Muy Buena	Excelente	Material Estándar			Material Técnico																																						
Baja	Leve	Moderada	Buena	Muy Buena	Excelente																																												
Material Estándar			Material Técnico																																														
"Warping" (Adherencia a Cama)	<table border="1"> <tr> <td colspan="6">Sin Control de Ambiente de Impresión</td> </tr> <tr> <td>Nulo</td> <td>Bajo</td> <td>Leve</td> <td>Moderado</td> <td>Alto</td> <td>Muy Alto</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Material Estándar</td> <td colspan="3">Material Técnico</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Adhesivo en Barra Stick-Escolar // Cola Vinilica // Pegamentos</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Con Control de Ambiente de Impresión (80°C)</td> </tr> <tr> <td>Nulo</td> <td>Bajo</td> <td>Leve</td> <td>Moderado</td> <td>Alto</td> <td>Muy Alto</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Material Estándar</td> <td colspan="3">Material Técnico</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Adhesivo en Barra Stick-Escolar // Cola Vinilica // Pegamentos</td> </tr> </table>	Sin Control de Ambiente de Impresión						Nulo	Bajo	Leve	Moderado	Alto	Muy Alto	Material Estándar			Material Técnico			Adhesivo en Barra Stick-Escolar // Cola Vinilica // Pegamentos						Con Control de Ambiente de Impresión (80°C)						Nulo	Bajo	Leve	Moderado	Alto	Muy Alto	Material Estándar			Material Técnico			Adhesivo en Barra Stick-Escolar // Cola Vinilica // Pegamentos					
Sin Control de Ambiente de Impresión																																																	
Nulo	Bajo	Leve	Moderado	Alto	Muy Alto																																												
Material Estándar			Material Técnico																																														
Adhesivo en Barra Stick-Escolar // Cola Vinilica // Pegamentos																																																	
Con Control de Ambiente de Impresión (80°C)																																																	
Nulo	Bajo	Leve	Moderado	Alto	Muy Alto																																												
Material Estándar			Material Técnico																																														
Adhesivo en Barra Stick-Escolar // Cola Vinilica // Pegamentos																																																	
Adherente Recomendado	Adhesivo en Barra Stick-Escolar // Cola Vinilica // Pegamentos																																																
Calidad del acabado de la pieza	<table border="1"> <tr> <td>Difícil</td> <td>Aceptable</td> <td>Bueno</td> <td>Muy bueno</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Difícil	Aceptable	Bueno	Muy bueno	Excelente																																											
Difícil	Aceptable	Bueno	Muy bueno	Excelente																																													
Capacidad de admitir postprocesos	<table border="1"> <tr> <td>Difícil</td> <td>Aceptable</td> <td>Bueno</td> <td>Muy bueno</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Difícil	Aceptable	Bueno	Muy bueno	Excelente																																											
Difícil	Aceptable	Bueno	Muy bueno	Excelente																																													
Lijado	<table border="1"> <tr> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> </table>	X	X	X																																													
X	X	X																																															
Pintado	<table border="1"> <tr> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> </table>	X	X	X																																													
X	X	X																																															
Alisado	<table border="1"> <tr> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> </table>	X	X	X																																													
X	X	X																																															
Mecanizado	<table border="1"> <tr> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> </table>	X	X	X																																													
X	X	X																																															
Roscado	<table border="1"> <tr> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	X																																															
X																																																	
Apto p/Material Soporte Disoluble	No																																																
Apto para Recocido "Annealing"	No																																																
Cuidado requerido para evitar absorción de Humedad	<table border="1"> <tr> <td>Bajo</td> <td>Aceptable</td> <td>Medio</td> <td>Considerable</td> <td>Riguroso</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Bajo	Aceptable	Medio	Considerable	Riguroso																																											
Bajo	Aceptable	Medio	Considerable	Riguroso																																													

Nylon6 (Poliamida de Valor para impresión 3D)

¡Bienvenido a los plásticos de Ingeniería! Nylon es el material que más proliferó en el mundo plástico desde su aparición, hoy en día se encuentra Nylon hasta en los lugares menos pensados, pasando por Textiles, Industrias, engranajes, Ruedas, Cubiertas vehiculares, Industria petrolera, automotriz, etc.

En Nylon6 se acerca al impresor 3D con curiosidades técnicas un material económico para experimentar sus resultados en impresión 3D. La ventaja radica en que Nylon6 aporta valor sin sacrificar calidad.

Se recomienda comenzar por pequeños engranajes ó piezas para someterlas a trabajo, buscar piezas de perímetro circular en principio para evitar warping dada su contracción, que requiere mucho control del ambiente.

Notas de Adherencia: El Material es higroscópico (Toma humedad) por naturaleza. Nylon6 tiene hasta 3% de humedad, dejándolo a ambiente puede llegar a tomar más humedad. Por debajo del 2% es imprimible. Se recomienda secar si se va a emplear en una impresión muy larga.

Para esto el ideal es cortar el tramo que pida el programa de sliceo, y secarlo en lapsos de 30 segundos en microondas en modo descongelado, 10 metros requieren dos o tres lapsos de secado, una servilleta de papel tissú hace el resto luego del horno. Otra opción es el horno común, cuidando de que no pase de 70°, y con poco tiempo queda seco ¡Rendirá mucho más bien seco! Adherir con cola vinilica "Plasticola", Voligoma, ó la solución técnica del diluido de Suprabond adhesivo de contacto transparente sin tolueno, con una esponjita con aguarrás.

Importante 1er capa a 220°C y sucesivas a 245°C es el dato para comenzar a usar. Precisés más info? Contactá a tu proveedor ó fabricante!

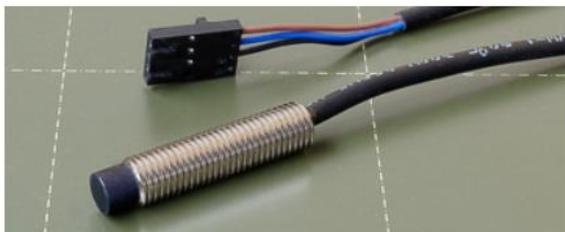
Anexo 4

*Original Prusa i3 MK3S+ / Impresoras 3D Original Prusa vendidas directamente por Josef Prusa. (s. f.). Prusa3D By Josef Prusa. <https://www.prusa3d.com/es/categoria/original-prusa-i3-mk3s/>*

Impresora FDM utilizada en la presente investigacion



## Características Principales



### Sonda SuperPinda

La sonda SuperPINDA cuenta con un sensor de alta calidad para un **proceso de nivelación de la cama mediante malla totalmente automático**. Antes de cada impresión, la impresora sondea la cama en varios lugares y crea un **mapa de altura virtual** del área de impresión. ¡Este proceso asegura que **la primera capa será perfecta!**



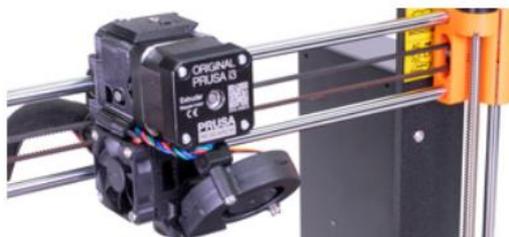
### Láminas de Impresión Extraíbles

Las láminas de acero para muelles son **fáciles de mantener y facilitan la extracción del objeto impreso de la superficie de impresión**. Ofrecemos tres tipos de superficies de impresión: **lisas, texturizadas y satinadas** para cubrir todas tus necesidades al imprimir con una amplia gama de materiales diferentes, la mayoría de los cuales **no requieren capas de separación especiales** o preparación de la superficie.



### Rodamientos de calidad y mucho más

La MK3S+ cuenta con un nuevo juego de clips metálicos para los **cojinetes de alta calidad** del eje Y. El mecanismo de tensión de la correa en el eje X ha sido mejorado y las piezas de plástico del extremo X reforzadas. La trayectoria del filamento en el extrusor se modificó para un mejor soporte de los filamentos flexibles.



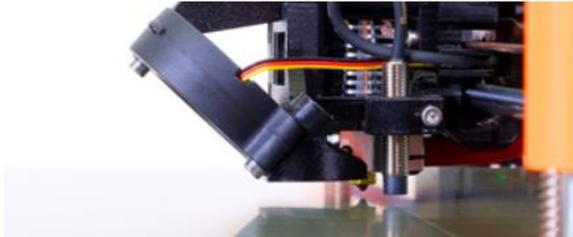
### Piezas de Alta Calidad

La MK3S+ cuenta con un conjunto de eje Y montado en extrusiones de aluminio. Gracias al marco de dural mecanizado, **la MK3S+ es estable, rígida y fácil de montar**. En combinación con nuestra extrusor desarrollada internamente con **engranajes Bondtech y el fusor V6**, la MK3S+ puede imprimir objetos de alta calidad de hasta 210 mm de altura.



## Recuperación de Pérdida de Energía

¿Tienes miedo de que un apagón arruine tu impresión de 48 horas? No te preocupe más, ¡la MK3S+ puede lidiar con eso! **La impresora puede recuperarse completamente de la pérdida de energía** y continuar imprimiendo exactamente donde la dejó. Detecta interrupciones de energía y apaga la base calefactable y el extrusor, y guarda la última posición conocida.



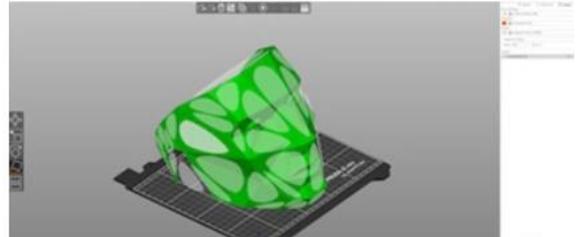
## Nivelación de la Base mediante Malla

Gracias a la sonda SuperPINDA, la MK3S+ puede utilizar el proceso de **Nivelado de la Base mediante Malla** para **compensar las imperfecciones microscópicas de la lámina de impresión**, y las inconsistencias provocadas por el montaje y la acumulación de las tolerancias de fabricación. Lograr una **primera capa de excelente apariencia es rápido y fácil**.



## Sensor de Filamento

La MK3S+ mejora aún más el extrusor reelaborado del MK3S. El **sensor de filamento incorporado** utiliza un sistema de activación fiable, que detecta si una hebra de filamento está insertada en el extrusor. Puede detectar cualquier tipo y color de filamento y no es susceptible al desgaste mecánico.



## Lamina con PrusaSlicer

Nuestro laminador multiplataforma desarrollado internamente viene con **perfiles de fabricación propia y completamente probados** para todas nuestras impresoras 3D y una amplia gama de filamentos. Con herramientas integradas, como **soportes orgánicos, corte, distribución automatizada de objetos, alisado** y muchas otras, convertirás tus modelos 3D en archivos de impresión en poco tiempo.



## Compatible con una amplia gama de Materiales

La MK3S+ es **totalmente compatible con una amplia gama de diversos tipos de materiales**. No importa si desea imprimir algo por diversión a partir de PLA y materiales flexibles, o si necesita producir **prototipos duraderos de PETG, ASA, Policarbonato y Polipropileno**, la MK3S+ puede manejarlos con facilidad.



## Hardware y Firmware de Código abierto

Desarrollamos firmware para todas nuestras impresoras 3D y probamos minuciosamente cada nueva versión antes de su lanzamiento. **El desarrollo continuo y las actualizaciones periódicas** garantizan que nuestras máquinas estén **repletas de funciones útiles**, como perfiles de láminas de impresión, calibración automatizada, nivelación de la cama de malla, diagnósticos avanzados, estimación del tiempo de impresión restante, Soporte para Octoprint y ¡más!

## Parámetros Técnicos

<b>Volumen de Impresión</b>	25×21×21 cm (9.84"×8.3"×8.3")
<b>Altura de capa</b>	0.05 - 0.35 mm
<b>Nozzle</b>	0.4mm por defecto, amplia gama de otros diámetros/boquillas compatibles
<b>Diámetro del filamento</b>	1.75 mm
<b>Materiales compatibles</b>	Amplia gama de termoplásticos, incluyendo PLA, PETG, ASA, ABS, PC (Policarbonato), CPE, PVA/BVOH, PVB, HIPS, PP (Polipropileno), Flex, nGen, Nylon, Carbon filled, Woodfill y otros materiales rellenos.
<b>Velocidad máxima de desplazamiento</b>	200+ mm/s
<b>Temperatura máxima de la boquilla</b>	300 °C / 572 °F
<b>Temperatura máxima de la base</b>	120 °C / 248 °F
<b>Extrusor</b>	Accionamiento directo, engranajes Bondtech, hotend V6
<b>Superficie de impresión</b>	Láminas de acero magnético desmontables(*) con diferentes acabados de superficie, base calefactable con compensación de esquinas frías
<b>Dimensiones de la impresora (sin bobina)</b>	7 kg, 500×550×400 mm; 19.6×21.6×15.7 in (X×Y×Z)
<b>Consumo de energía</b>	Ajustes PLA: 80W / Ajustes ABS: 120W

\* Las piezas consumibles, como las láminas de impresión (lisas, texturizadas, etc.), no están cubiertas por la garantía, ya que se espera que sus revestimientos se deterioren con el tiempo, a menos que el fallo se deba a un defecto de los materiales o de fabricación. Tampoco están cubiertos los daños cosméticos, que incluyen, entre otros, arañazos, abolladuras, grietas u otros daños estéticos. Sólo están cubiertas por la garantía las láminas defectuosas en el momento de la entrega.

## Lista Completa de Características (edición de septiembre de 2023)

- **Controlador:** Placa EINSY RAMBo de 8 bits con drivers Trinamic 2130 (256 micropasos), co-desarrollada con Ultimachine, homing sin sensores para ejes X e Y
- **Nivelación de la cama mediante malla:** Sensor SuperPINDA avanzado de alta calidad (sensor Super Prusa INDuction Autoleveling)
- **Perfiles de láminas de impresión:** El firmware admite perfiles de láminas de impresión para almacenar datos de calibración del valor en Vivo Z para permitir un cambio rápido entre diferentes láminas de impresión.
- **Sensor de filamento:** Sensor de infrarrojos integrado, admite carga automática de filamentos. La impresión se detiene cuando se acaba el filamento.
- **Modo Pánico** Precisión de línea de código G única basada en hardware
- **Conexión ethernet:** via Raspberry Pi (opcional)
- **Conexión wifi:** via Raspberry Pi (opcional)
- **Sensores avanzados:** 3 termistores, ventiladores con monitorización de RPM, SuperPINDA
- **Calibración:** Automática, Nivelación de la cama mediante malla, Selftest
- **Medio de impresión:** tarjeta SD (tarjeta de 16 GB incluida)
- **Actualización de firmware:** via PC (cable USB)
- **Fuente de alimentación:** Fuente de alimentación Delta personalizada con modo pánico basado en hardware
- **Características avanzadas:** Carga automática de filamentos, perfiles de láminas, compatibilidad con Octoprint y más
- **Nuevas funciones introducidas a través de actualizaciones de firmware**
- Muestra gratuita de Prusament PLA - 2x25 g

## 6 razones para comprar la MK3S+

### Estupendo Soporte al Usuario

1

Ofrecemos **soporte técnico 24 horas al día, 7 días a la semana a través de chat en vivo y correo electrónico en siete idiomas**. Nuestras impresoras vienen con **instrucciones y guías detalladas** para un fácil montaje y mantenimiento. También puedes visitar nuestra base del conocimiento, el foro de la comunidad, los grupos de Facebook y el blog oficial, donde publicamos consejos y trucos útiles para la impresión 3D, concursos y mucho más.

### Ventajas de una Impresora 3D Ensamblada

2

En comparación con el kit de montaje, la impresora montada solo se diferencia en la forma en que la recibes. **La impresora viene preensamblada y probada nada más sacarla de la caja**. Para comenzar tu primera impresión, simplemente conéctala, ejecuta la calibración inicial y estará lista. Es una **opción ideal para empresas** en las que es necesario **empezar a imprimir lo antes posible**.

### Características de Seguridad Integradas

3

Las impresoras 3D Original Prusa son conocidas por su **fiabilidad y funcionamiento seguro**. Cada parte de nuestras impresoras se **prueba minuciosamente internamente**. La MK3S+ está equipado con tres termistores y viene con una **fuentes de alimentación Delta** personalizada de alta calidad. La impresora puede reconocer problemas con el calentamiento y detener el funcionamiento para evitar daños.

### Open-source y Una Gran Comunidad Detrás

4

**Todas las piezas de nuestra impresora son de código abierto**, lo que significa que publicamos todos los códigos fuente y planos en línea. La comunidad en torno a nuestros productos es enorme y **los comentarios son abrumadoramente positivos**. ¿No nos crees? ¡Mira los grupos de Facebook y los videos de YouTube! Hay mucho que hacer con tu impresora 3D: ¡comprarla es solo el comienzo!

### Lista para la Multi-Material Upgrade 3

5

La Multi Material Upgrade 3 es nuestra opción de complemento única para **imprimir con hasta 5 filamentos diferentes simultáneamente**. ¡El multimaterial podría ser tu próximo paso en el mundo de la impresión 3D y las MK3S y MK3S + están completamente listas para la actualización! La MMU3 también te permite **imprimir una interfaz de soporte soluble**.

### Mejorabilidad

6

Una de las características más populares del concepto Original Prusa i3 es la **capacidad de actualización**. Cuando compra nuestra impresora 3D, puedes **actualizarla más tarde a una versión más nueva**, por lo que no necesitas comprar un modelo completamente nuevo cada dos años como, por ejemplo, tu teléfono u ordenador portátil. ¡También seguimos respaldando nuestras impresoras 3D con **actualizaciones periódicas de firmware que aportan nuevas funciones**!

## Anexo 5

Procedimiento a detalle para la toma de medidas mediante el calibrador pie de rey.

Para el estudio, se toma en cuenta la tabla de fusibles el difusor de ventilacion y el tapa cubos de un suzuki forza 2.

Paso 1 toma detallada de las medidas de las piezas para diseñar

Toma de medidas



Toma de medida de longitud lado derecho inferior con calibrador pie de rey



Toma de medida de longitud de lado izquierdo del tapa fusibles



Toma de medidas parte superior contorno total- tapa de fusibles



Toma de medidas parte superior lado derecho - tapa de fusibles



Toma de medidas de la parte mas pequeña del tapa fusibles



Toma de medida contorno inferior



Espesor tapa fusibles



Calibrador pie de rey



Medida de longitud tapa fusibles



Medida de ancho de seguro



Medida del ancho del seguro inferior



Medida del ancho parte inferior



Medida de altura del seguro



Espesor entre seguro y tapa de fusibles



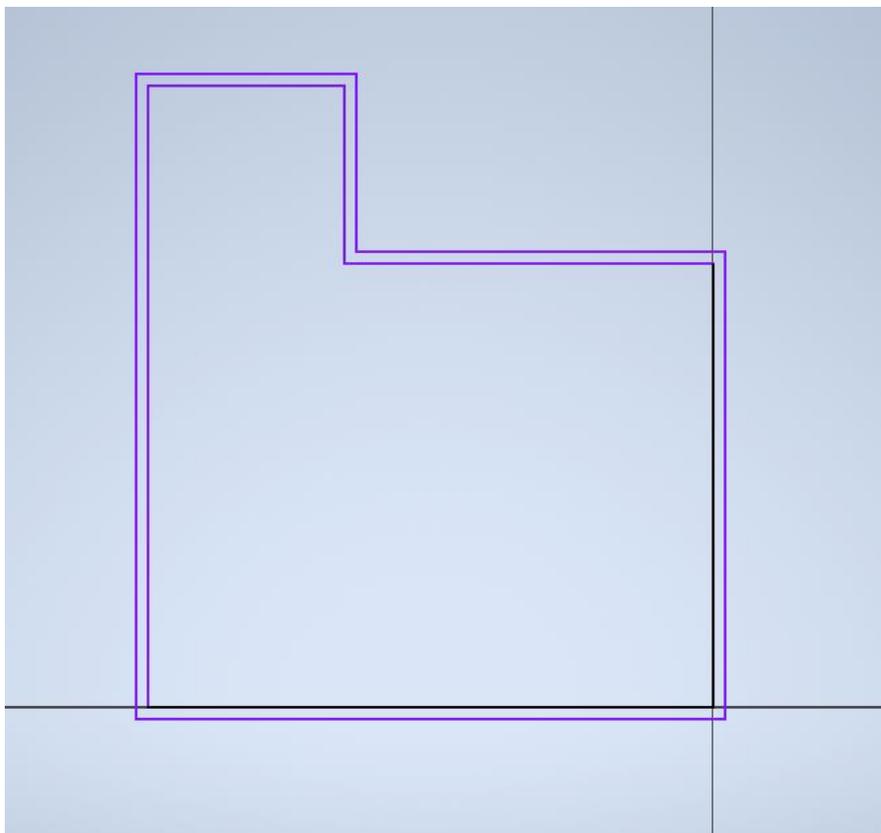
Altura desde es borde inferior del tapa fusibles hasta el seguro



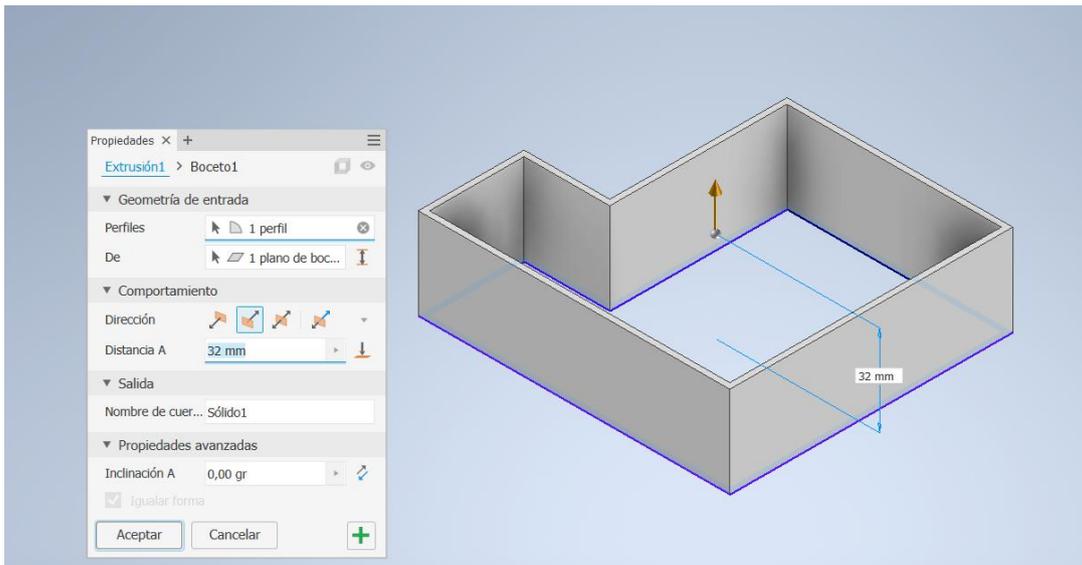
Anexo 6

Una vez realizada la toma de medidas se procede a realizar el diseño CAD en Inventor

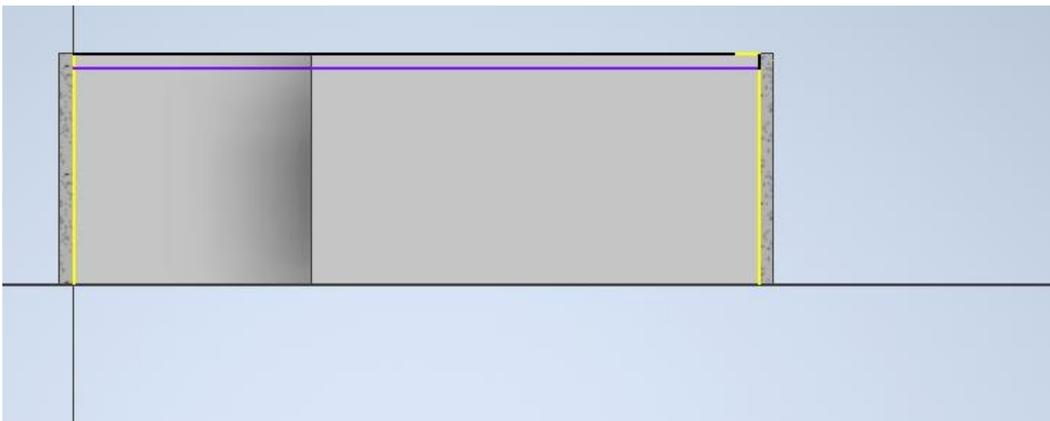
Paso 2: Realización de los diseños de las piezas a fabricar



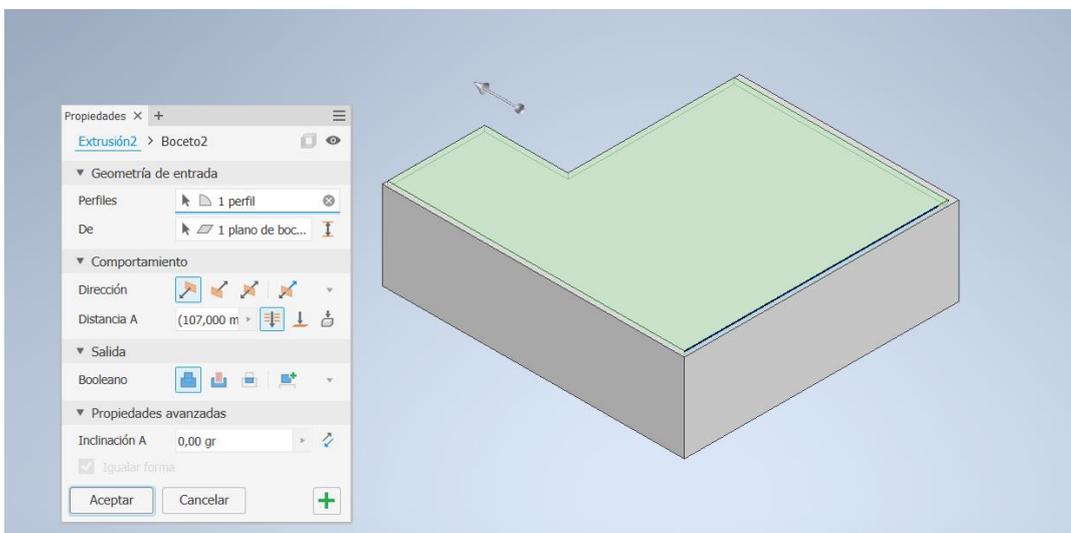
## Diseño de tapa fusibles espesor



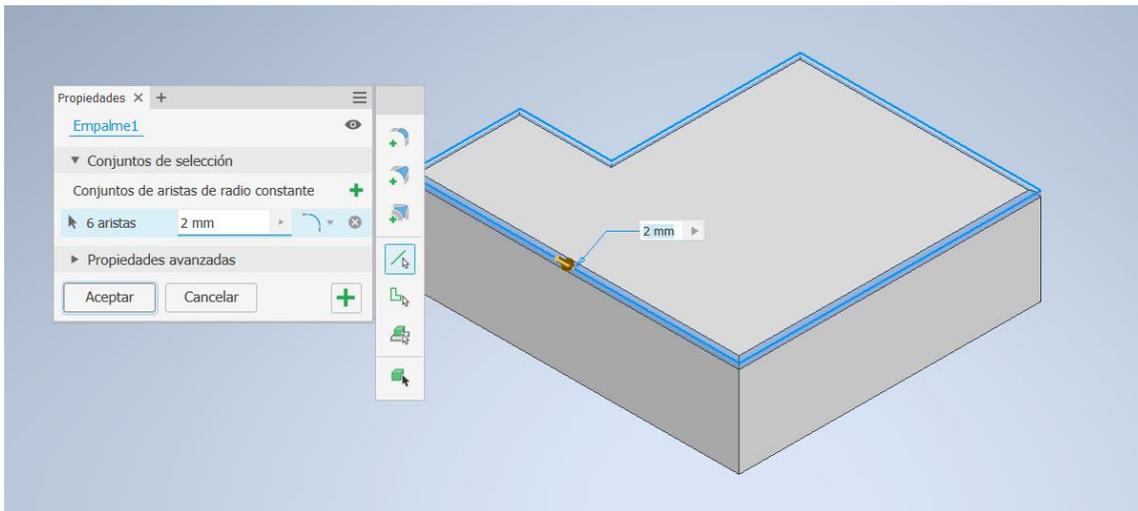
## Parte lateral



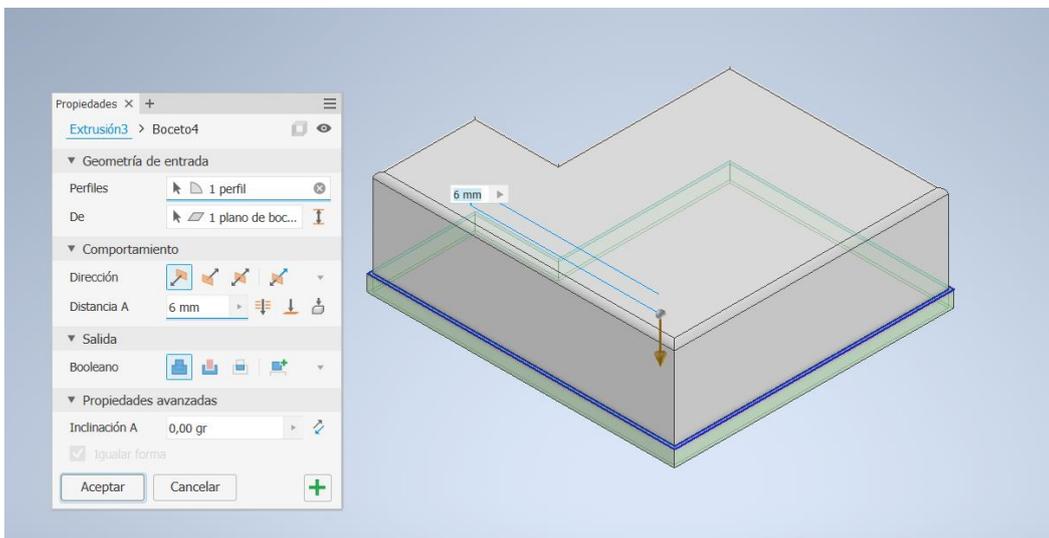
## Parte superior de la tapa fusibles



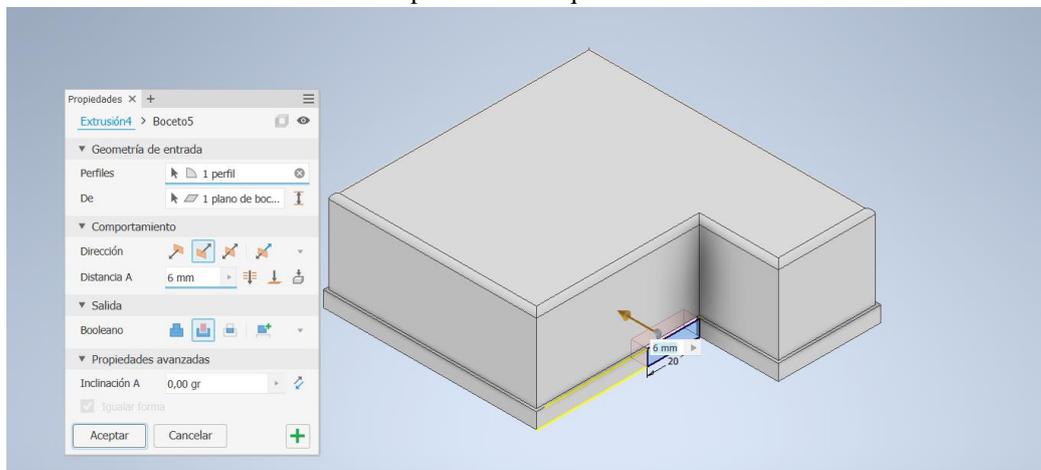
## Redondeo de 2 mm



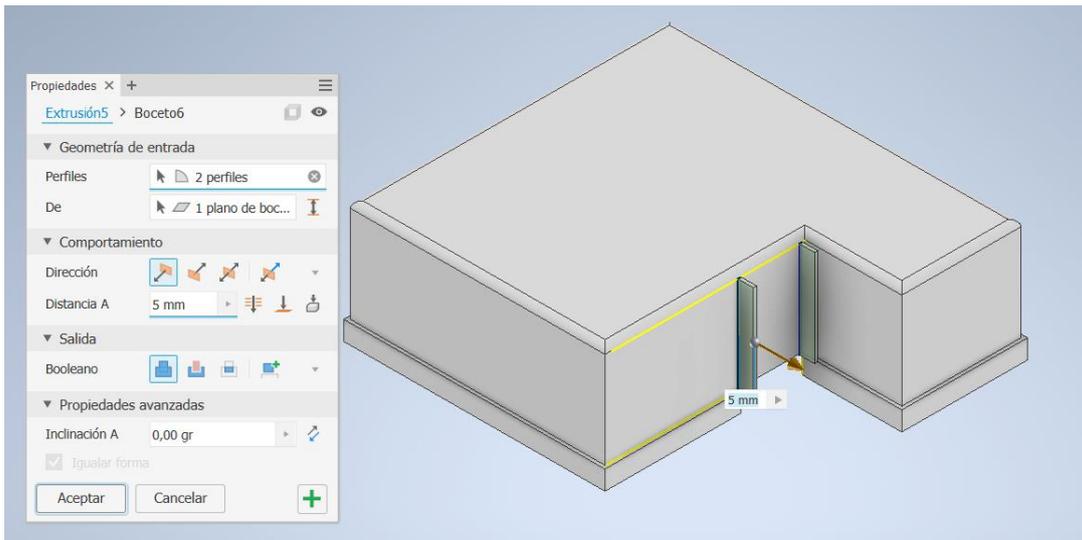
## Extrusiones laterales bordes inferiores



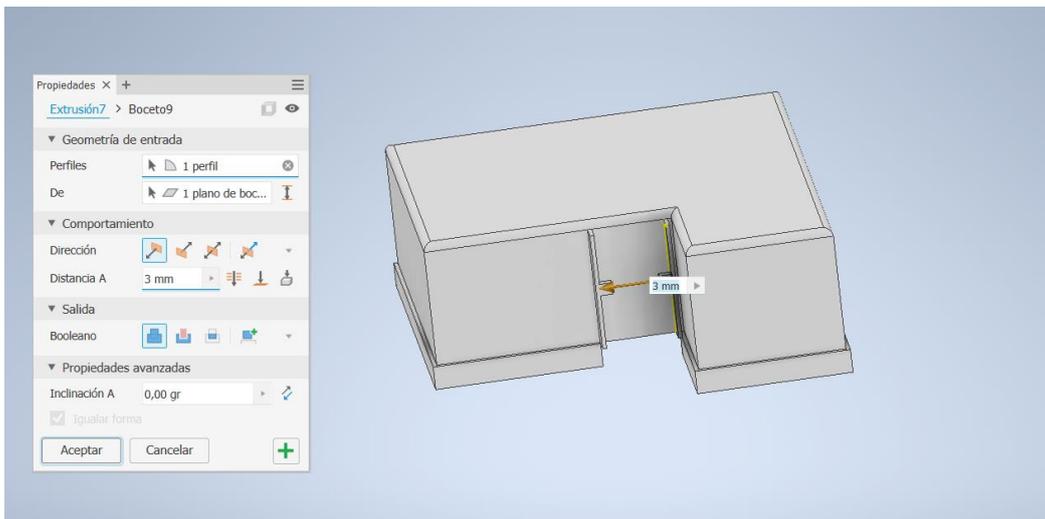
## Corte parte lateral izquierda 6 mm



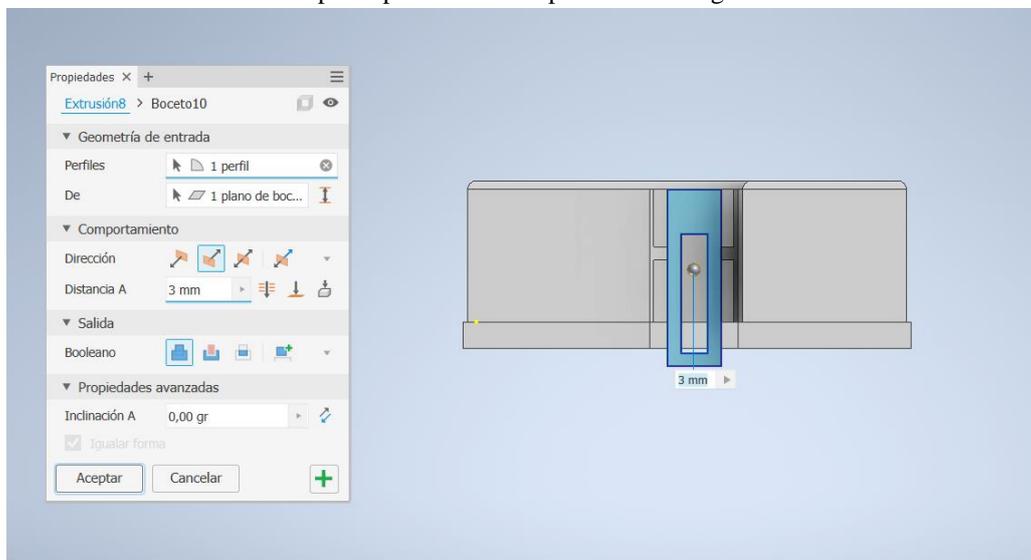
### Extrusion 5 mm seguro



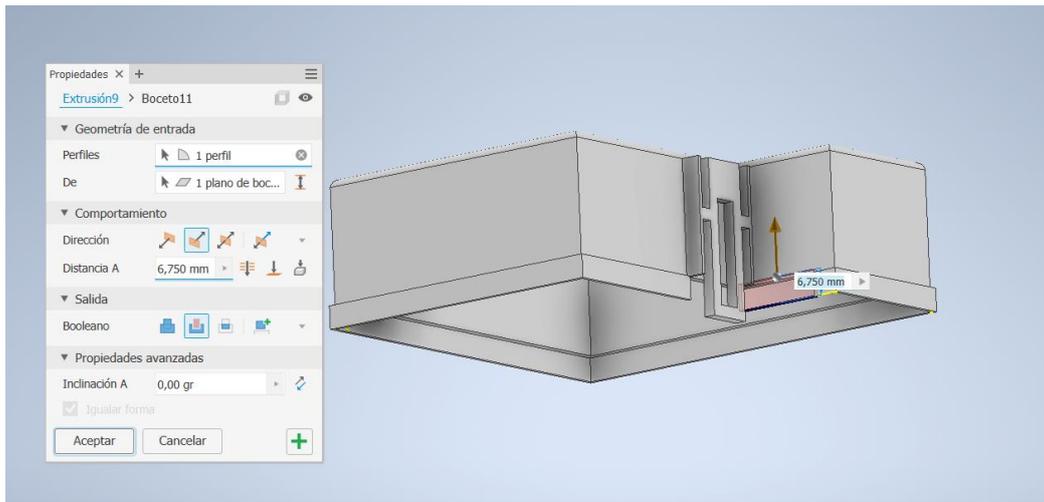
### Espesor seguro 3mm



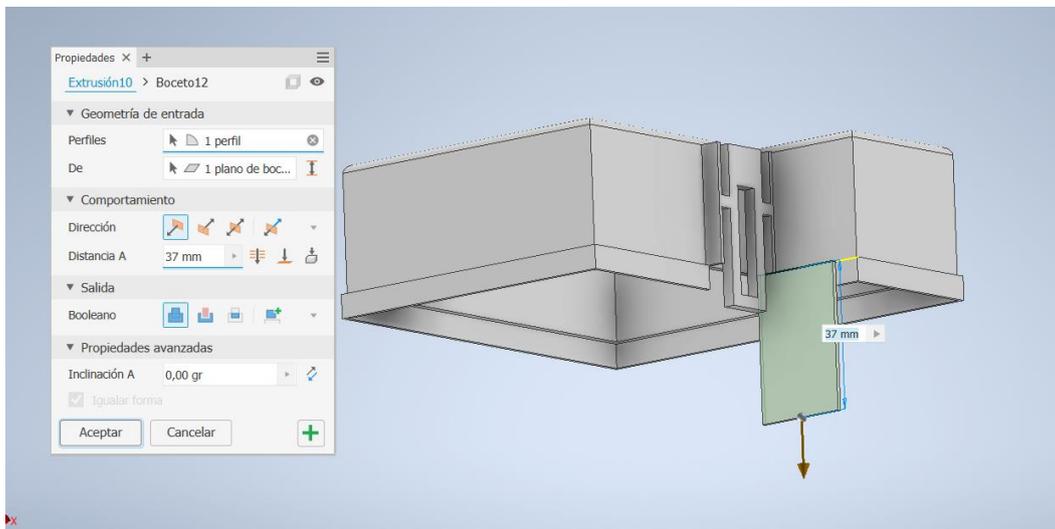
### Espesor parte inferior a plano medio seguro



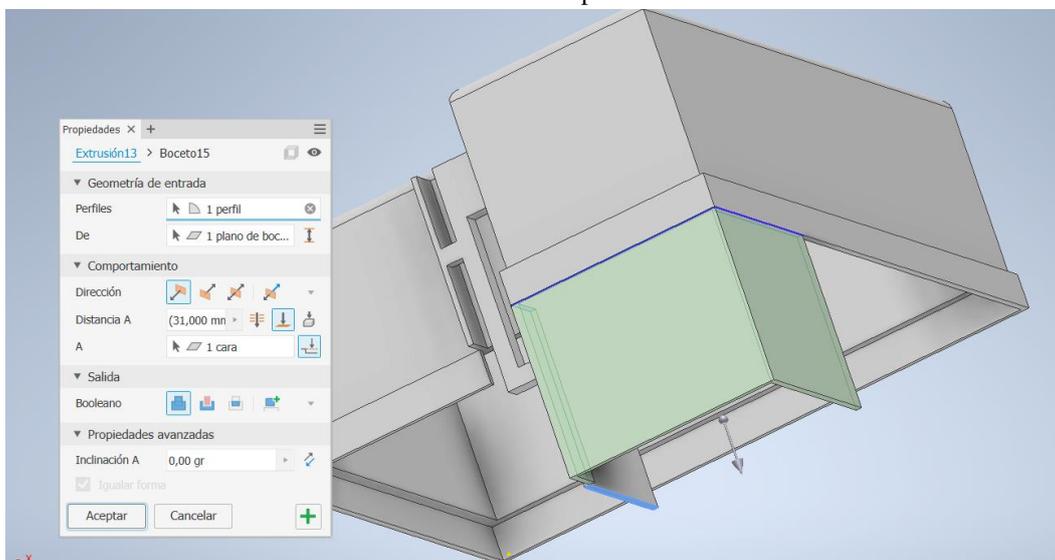
### Corte inferior



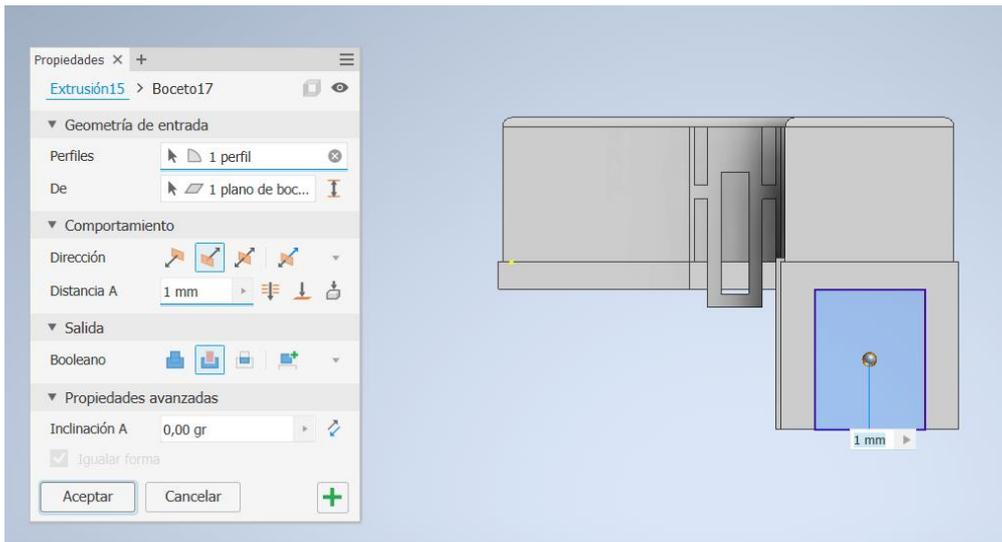
### Extrusión inferior 37 mm



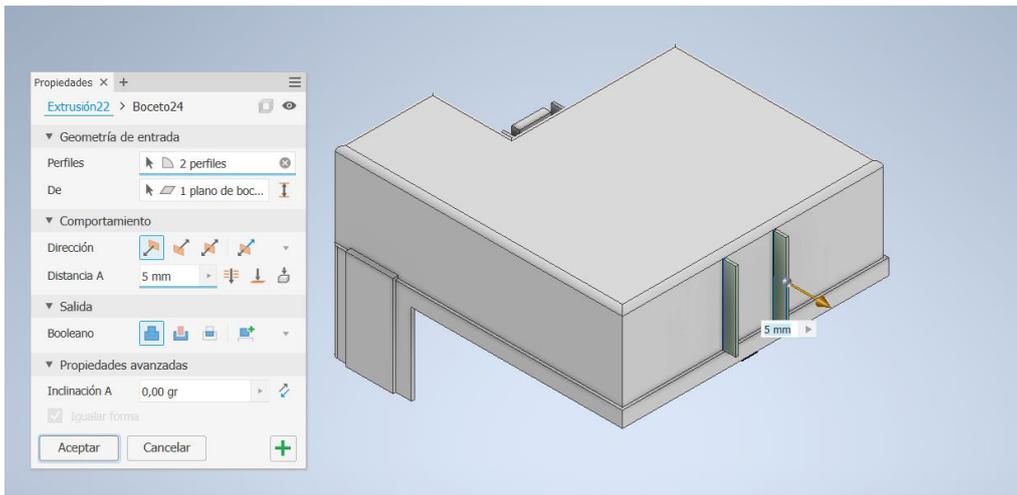
### Extrusion tres lados parte inferior



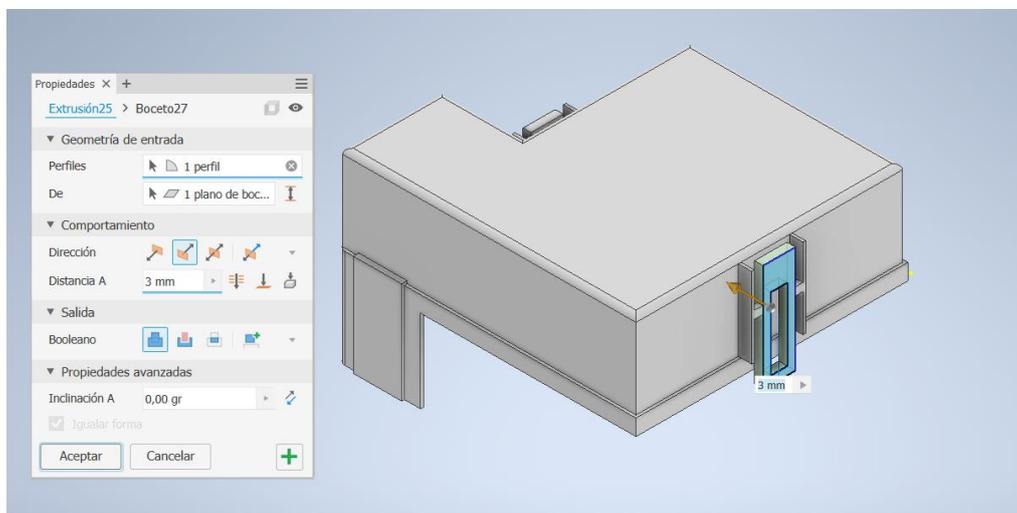
### Corte de 1 mm lateral inferior



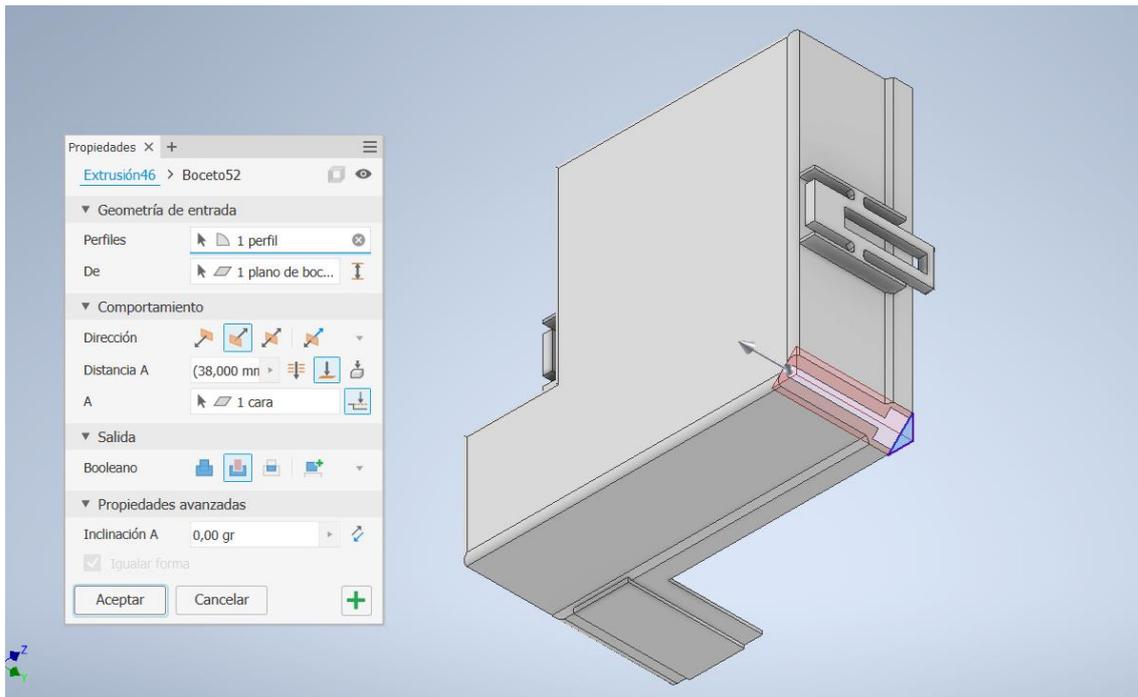
### Extrusion para binchas lado derecho



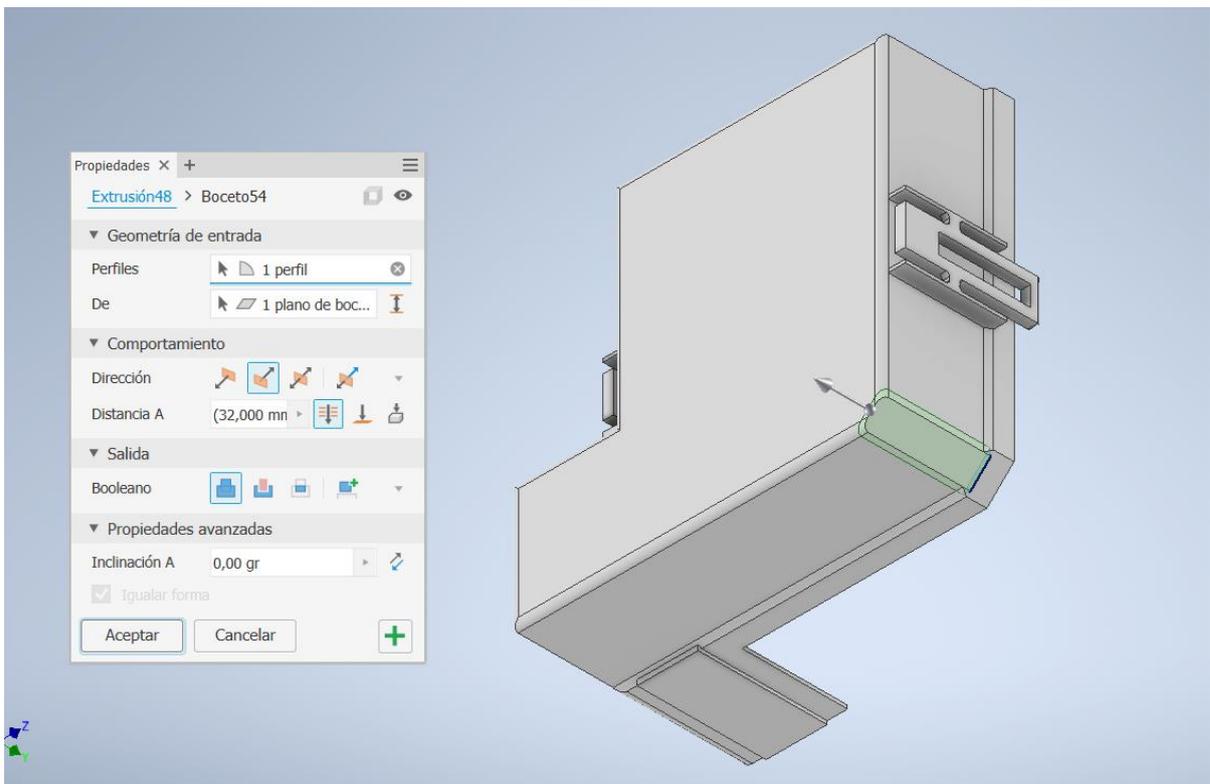
### Extrusión bincha 3 mm



### Corte esquina lateral derecha en T



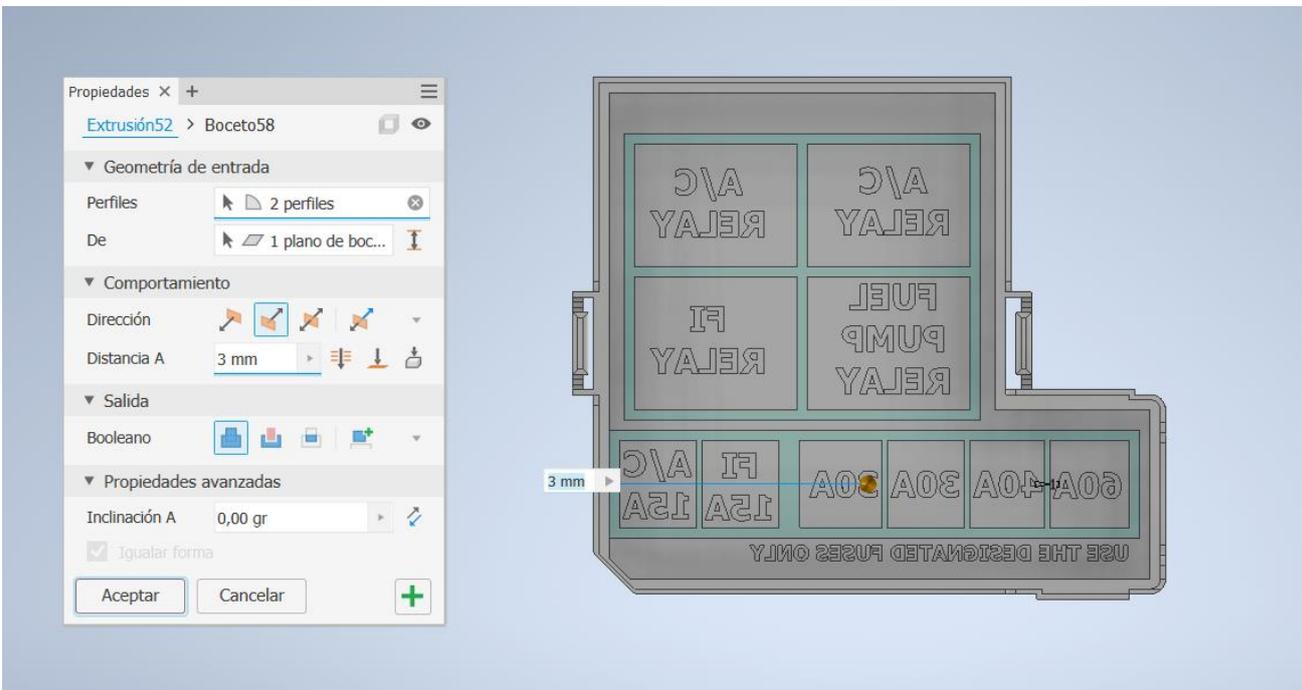
### Relleno hacia adentro de la figura con penetración



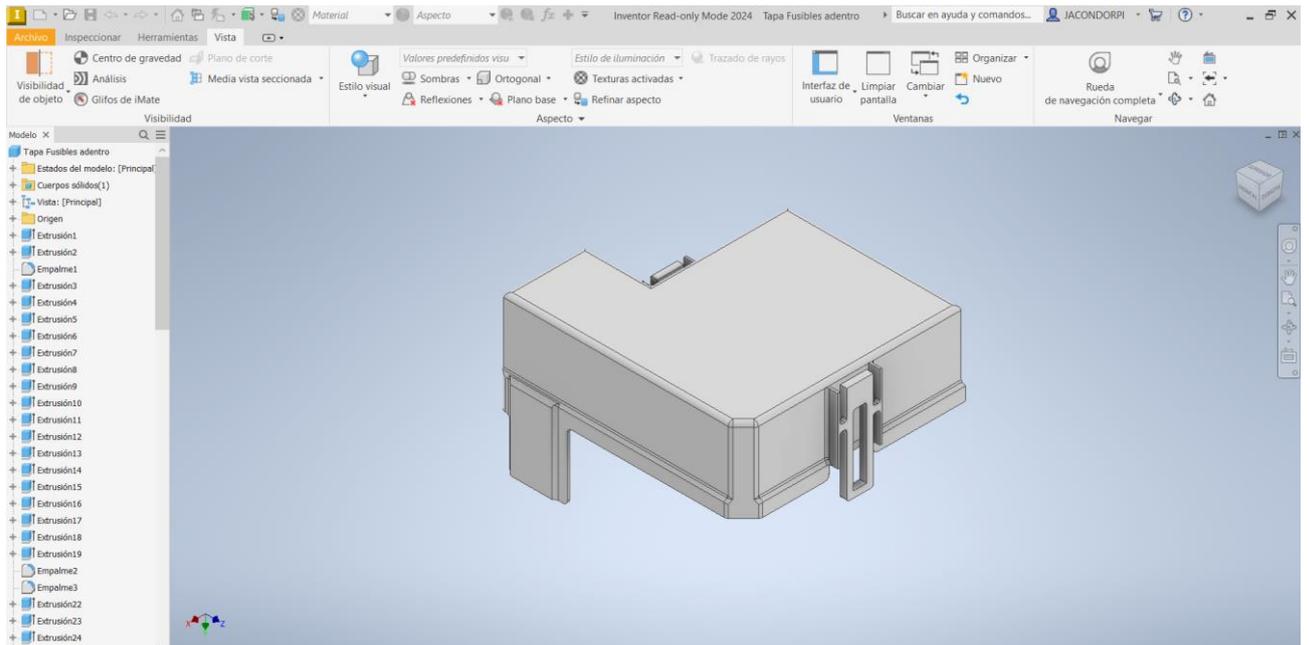
Inscripción de nombres de acuerdo a la caja de fusibles original



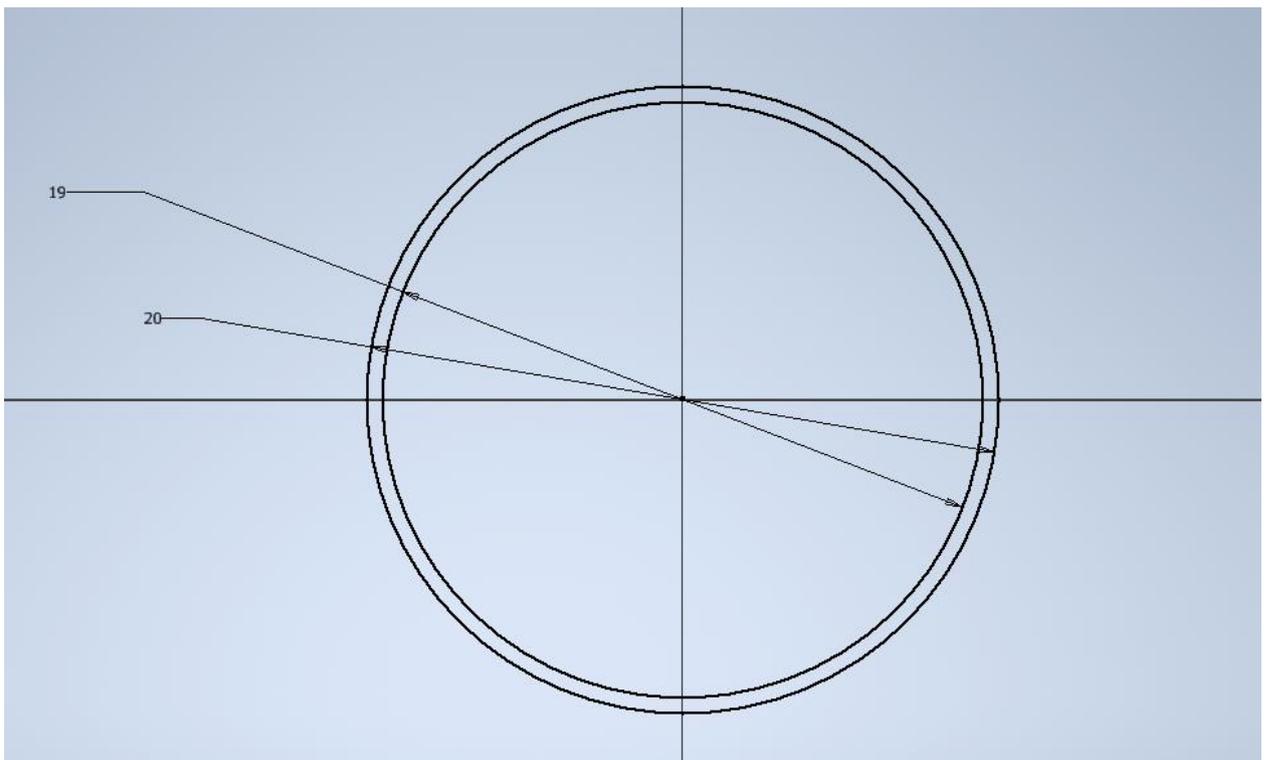
Extruccion de donde esta cada pieza electrónica según su inscripción



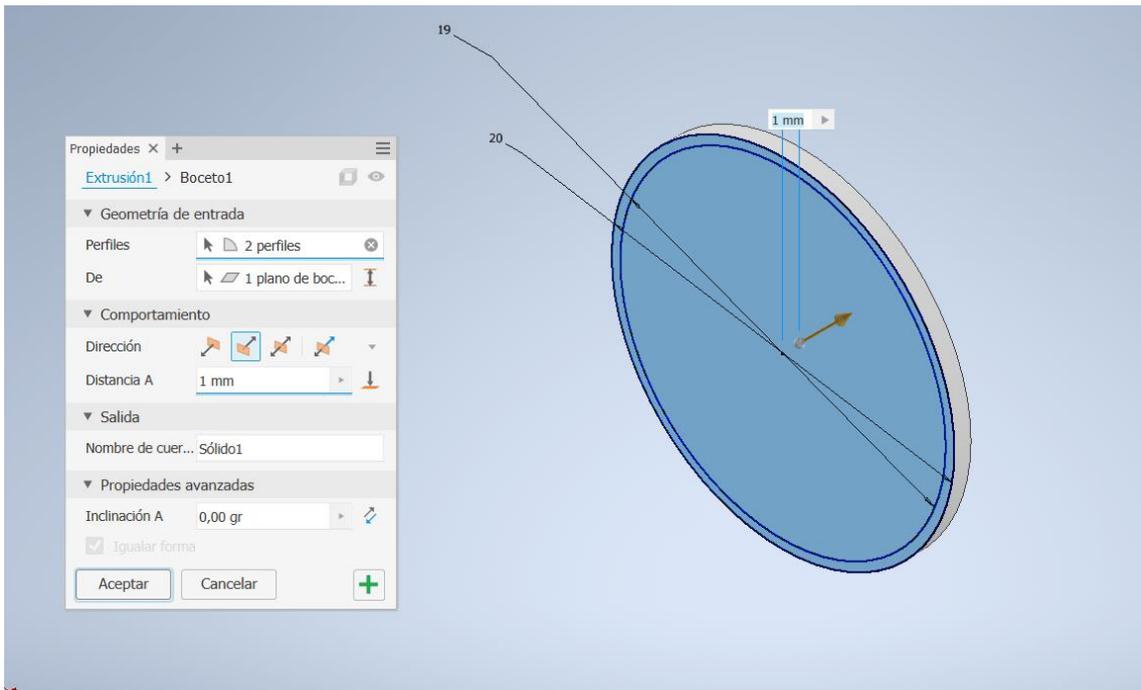
## Finalización de diseño tapa de fusibles



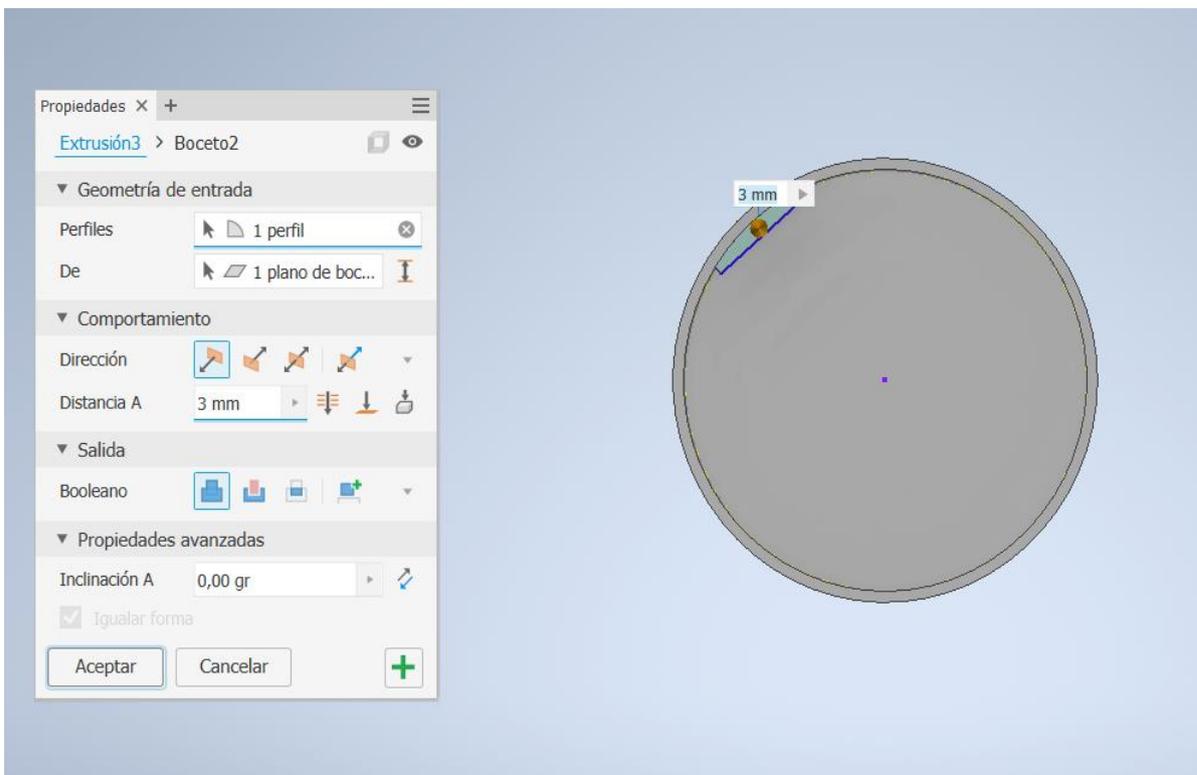
## Diseño tapa cubos



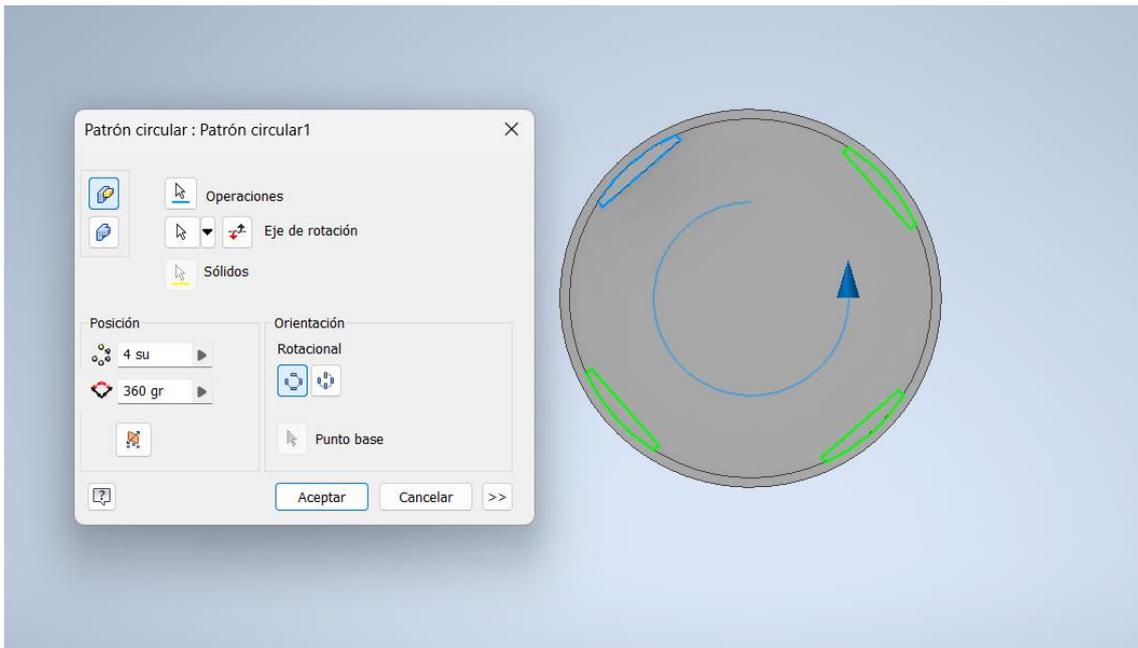
### Extrusión de 1 mm previo al diseño de tapacubos



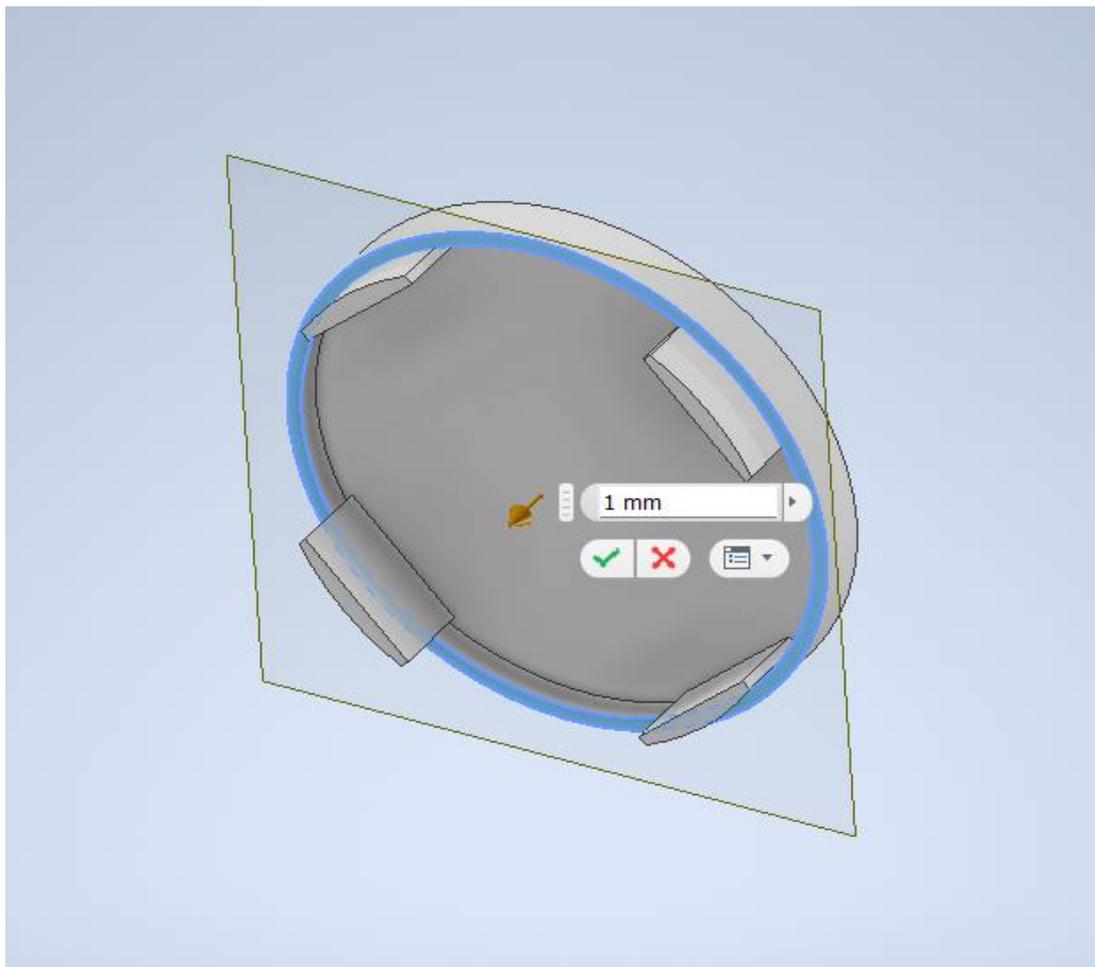
### Extrusion de seguros de tapa cubos 3 mm



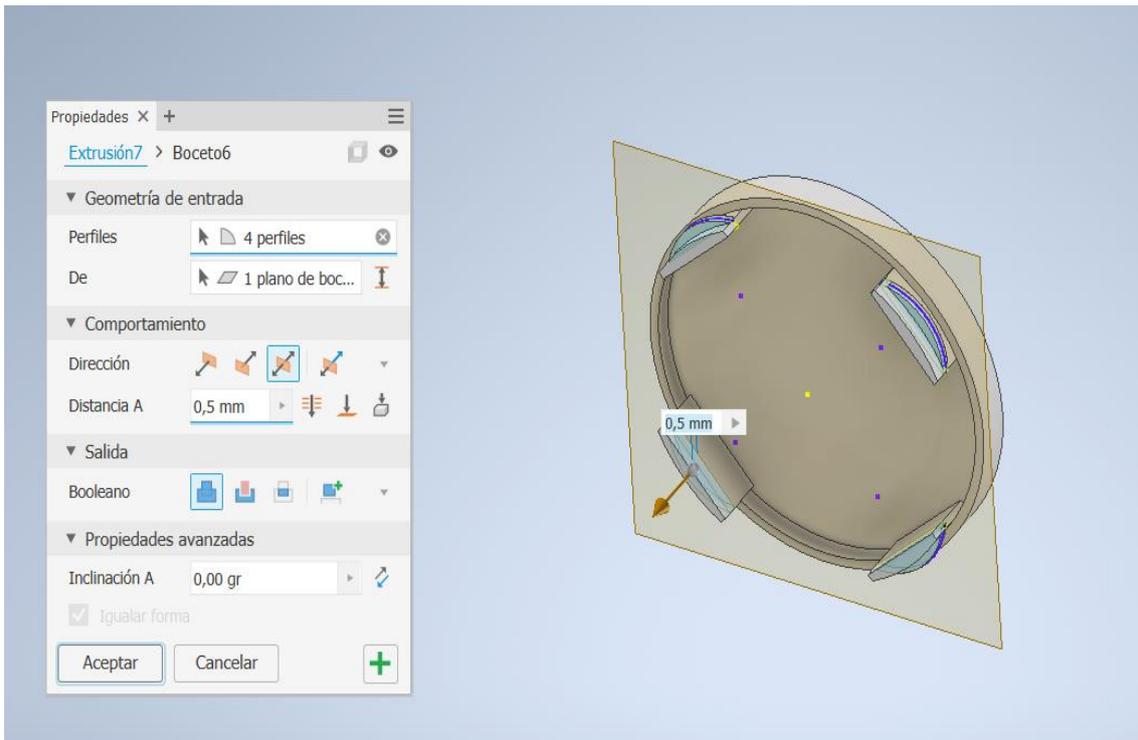
### Patrón circular en base al original



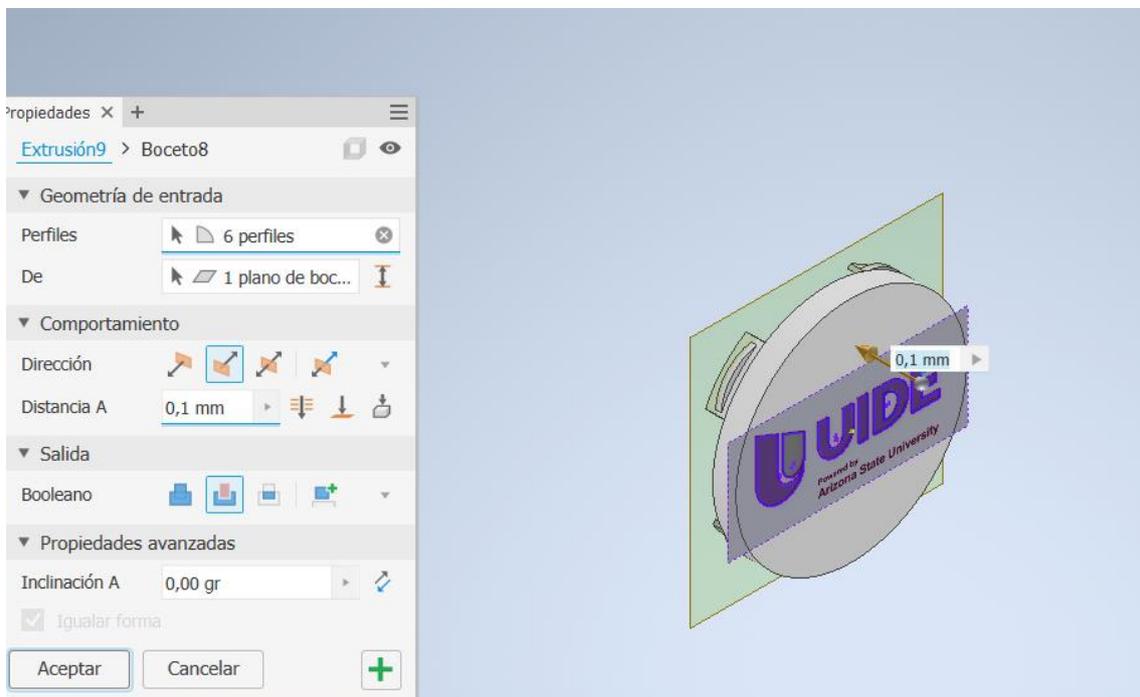
### Extrusion de 1 mm en plano medio



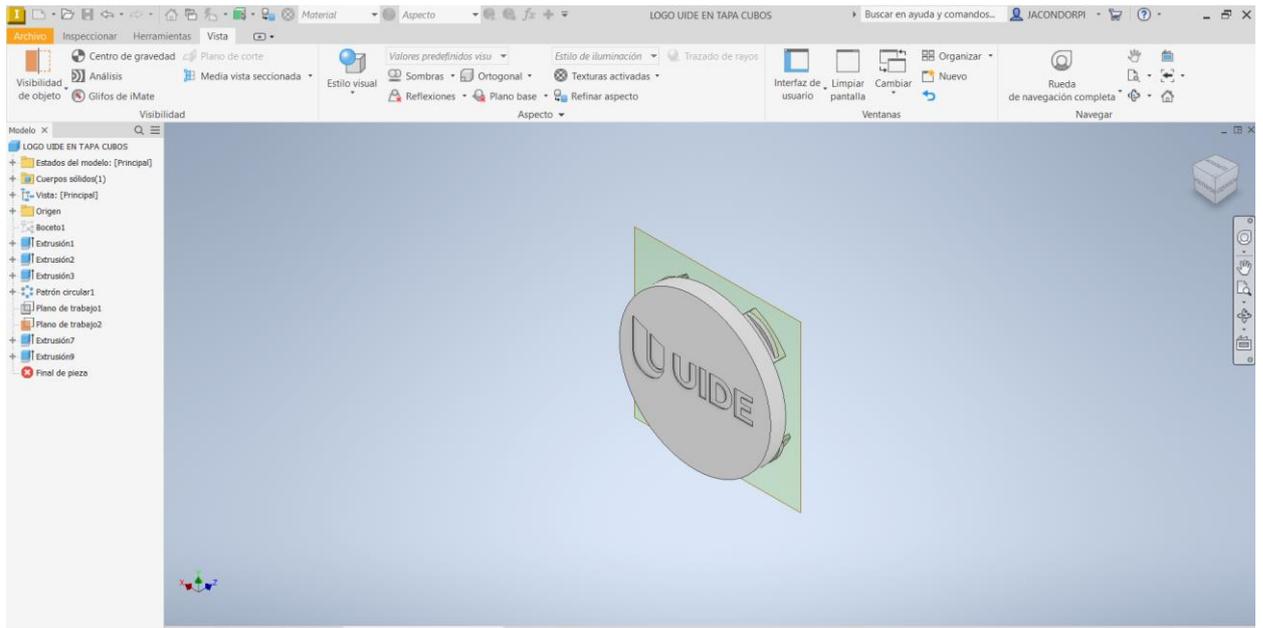
## Extrusion seguros secundarios



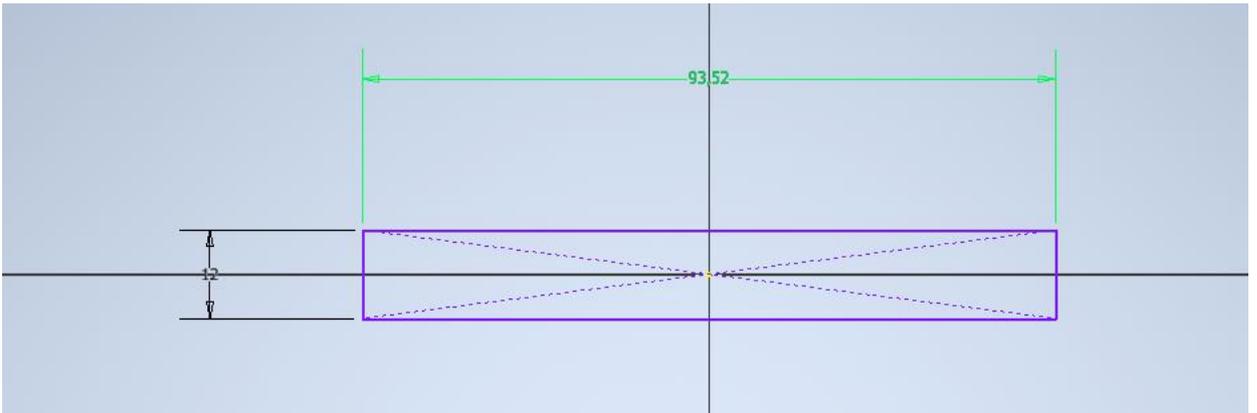
## Repujado de logo UIDE de 0.1 mm



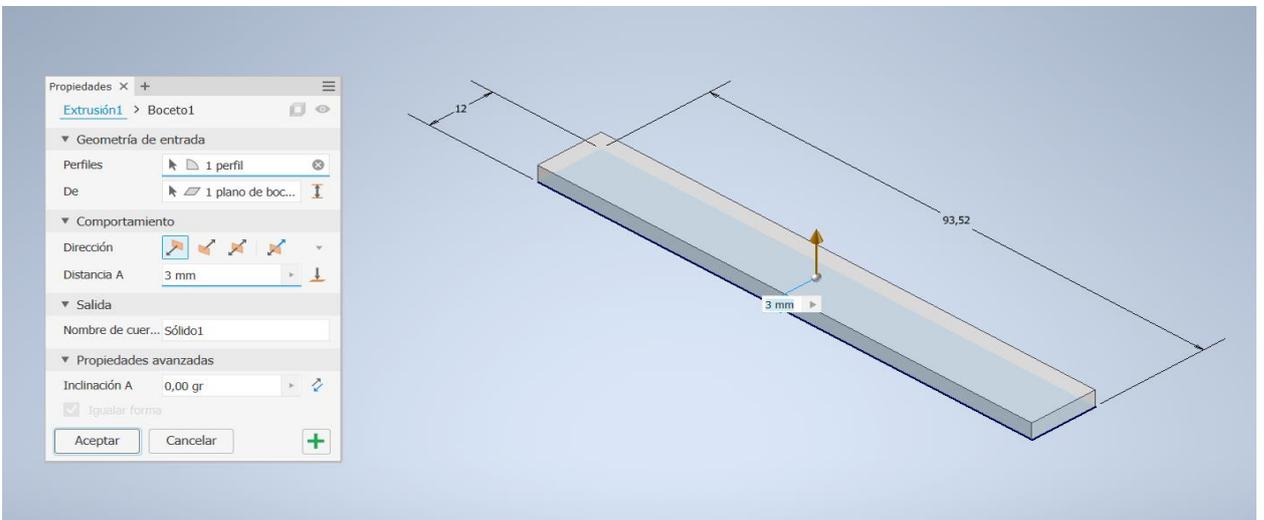
## Diseño terminado tapa cubos



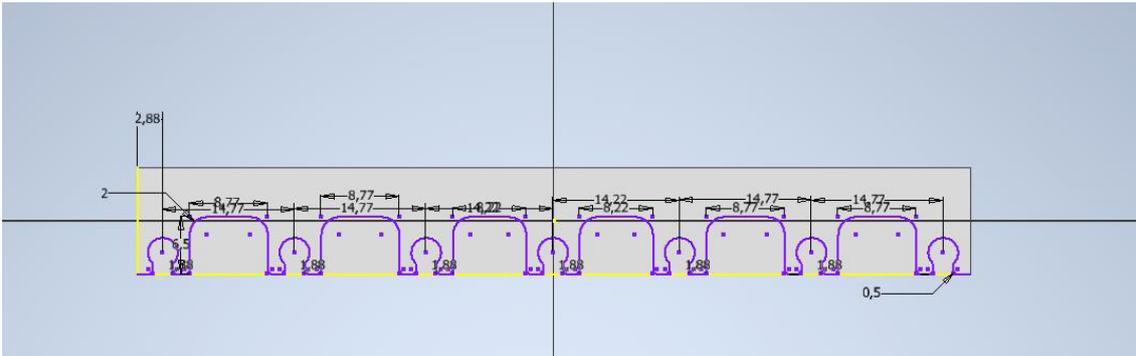
## Diseño difusor de ventilación



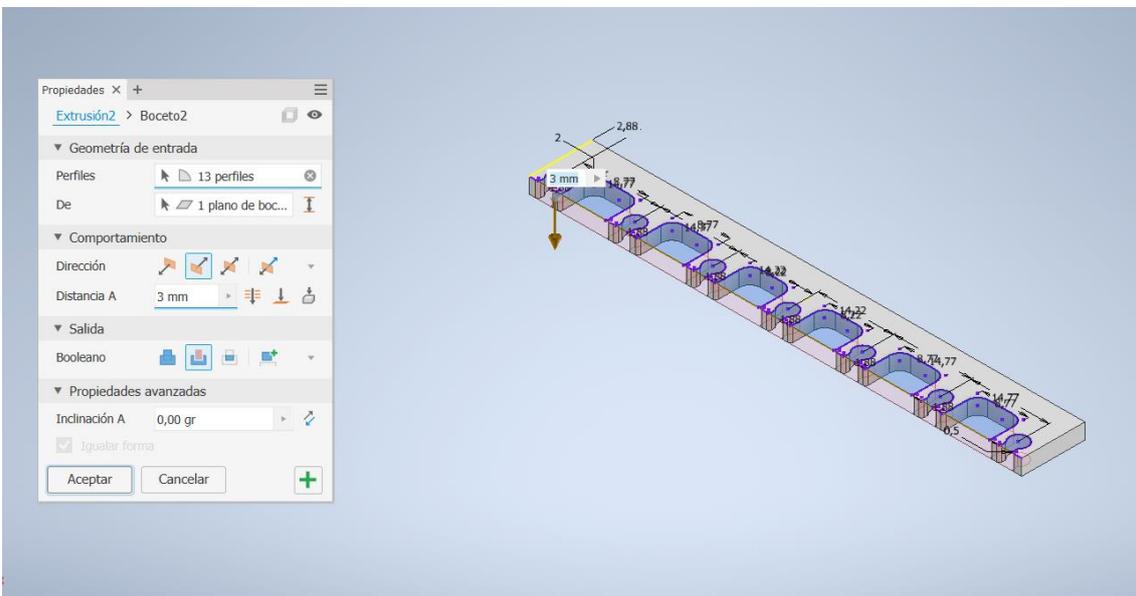
## Extrusion de difusor de ventilación



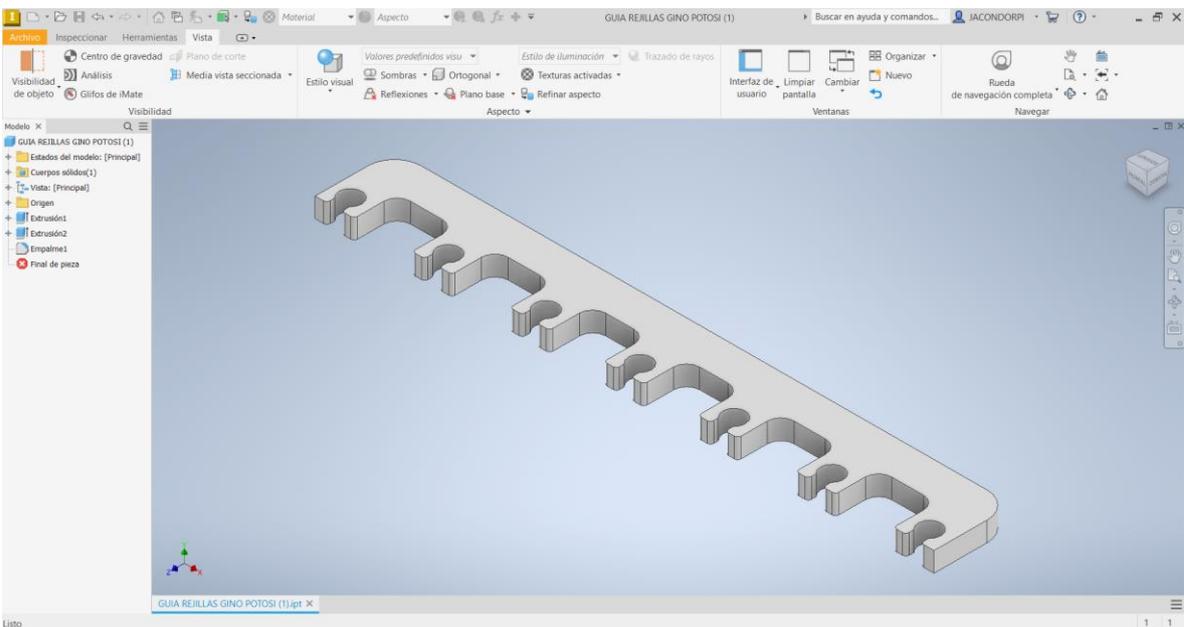
## Diseño guías para rejillas de 14.77 mm



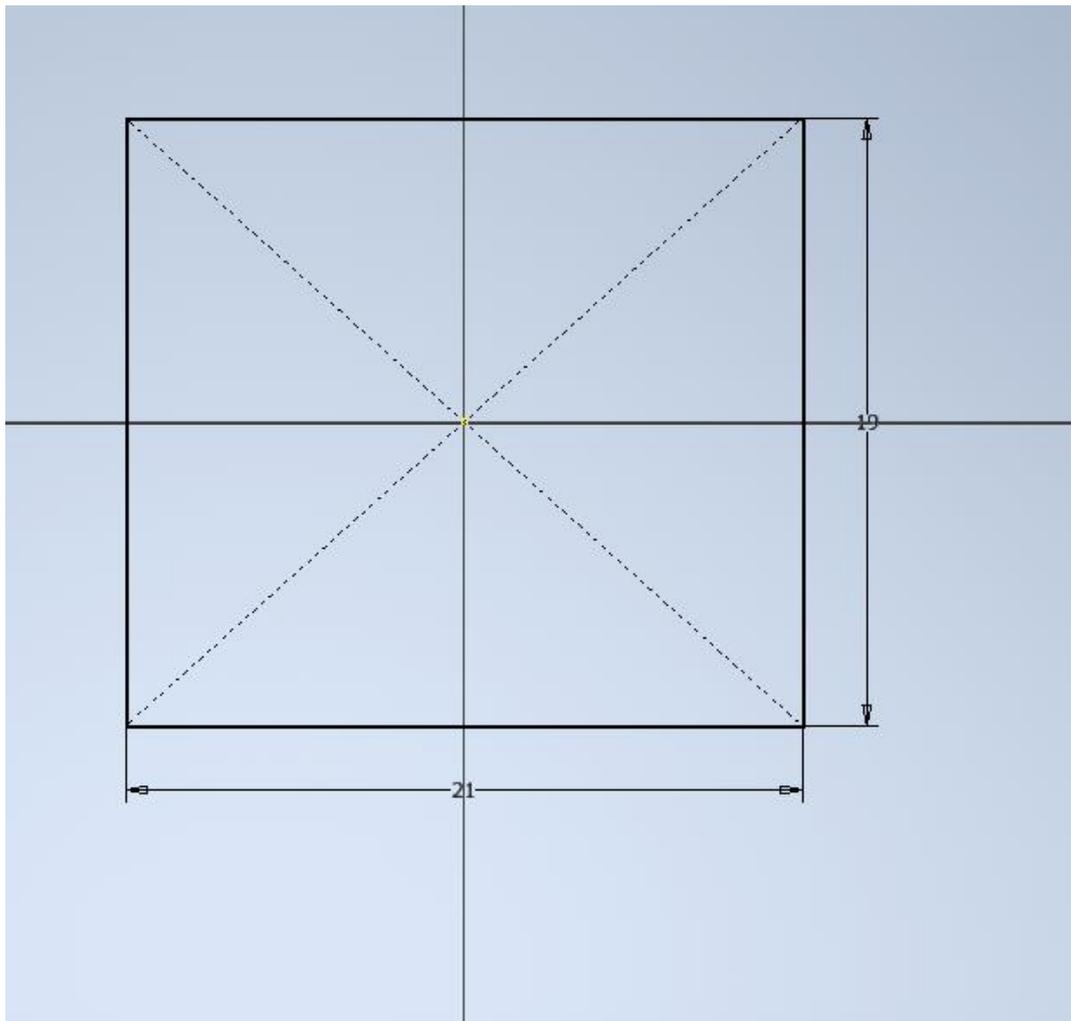
Conte de 3 mm



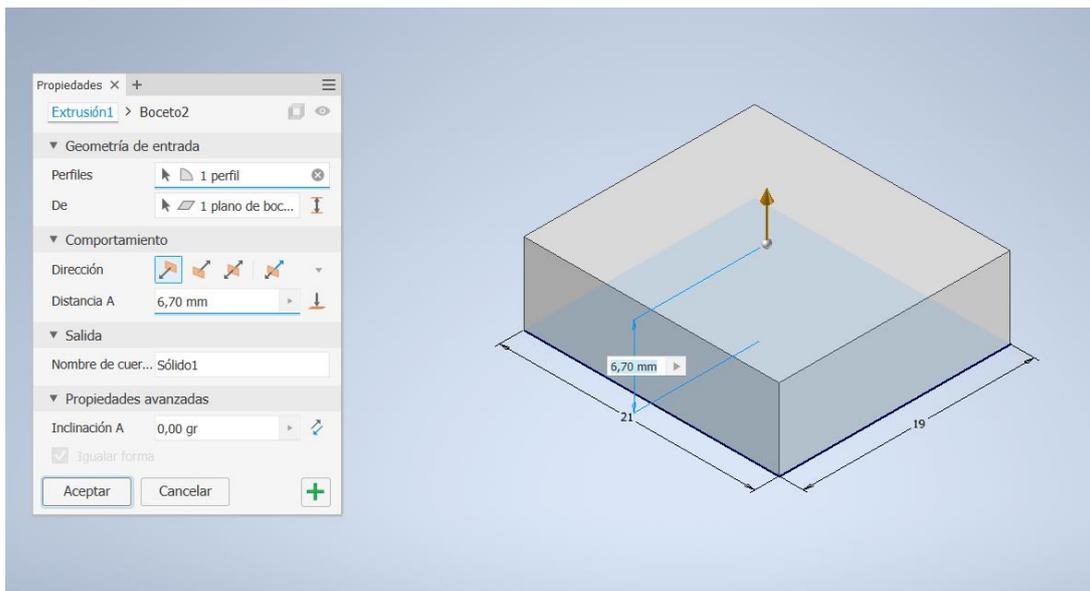
## Diseños completado diseño de guías de rejillas



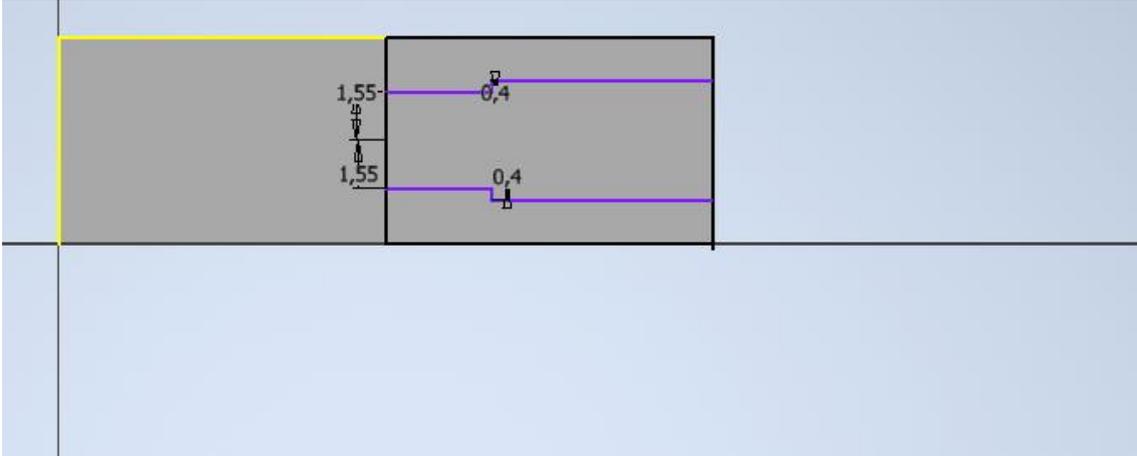
## Diseño 2d previo a los conductos de ventilación



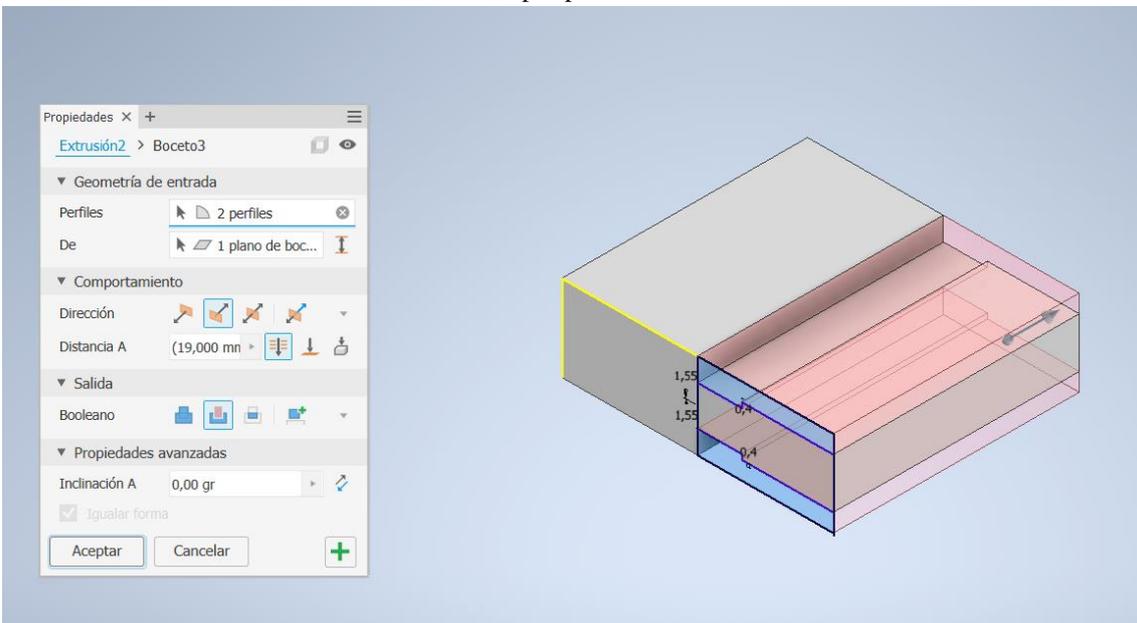
Extrusión de 6.70 mm



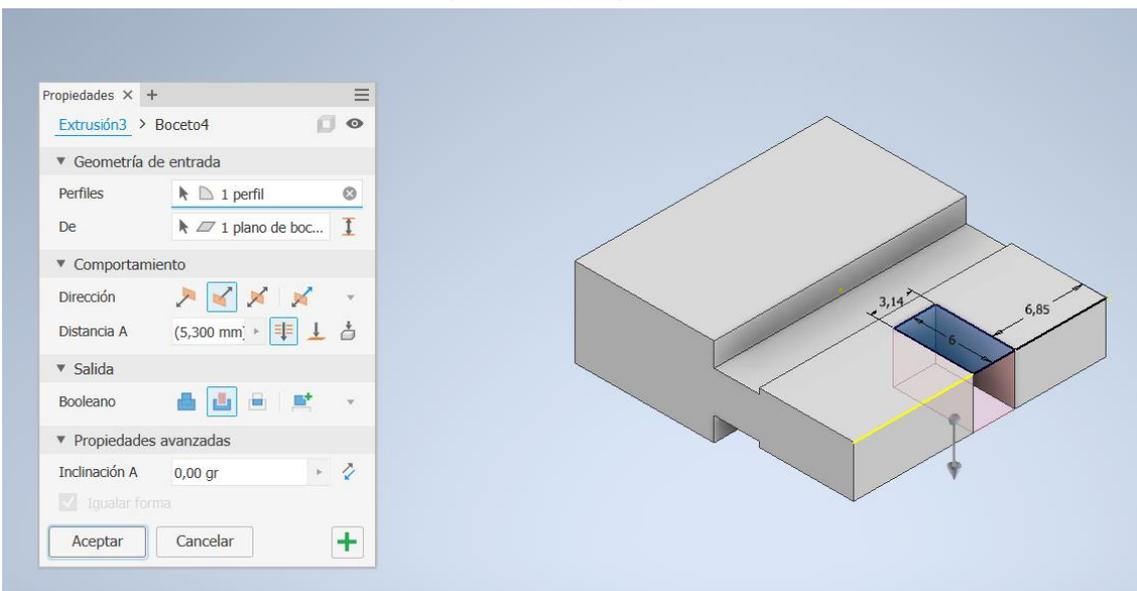
### Diseño lado lateral de conducto de ventilación



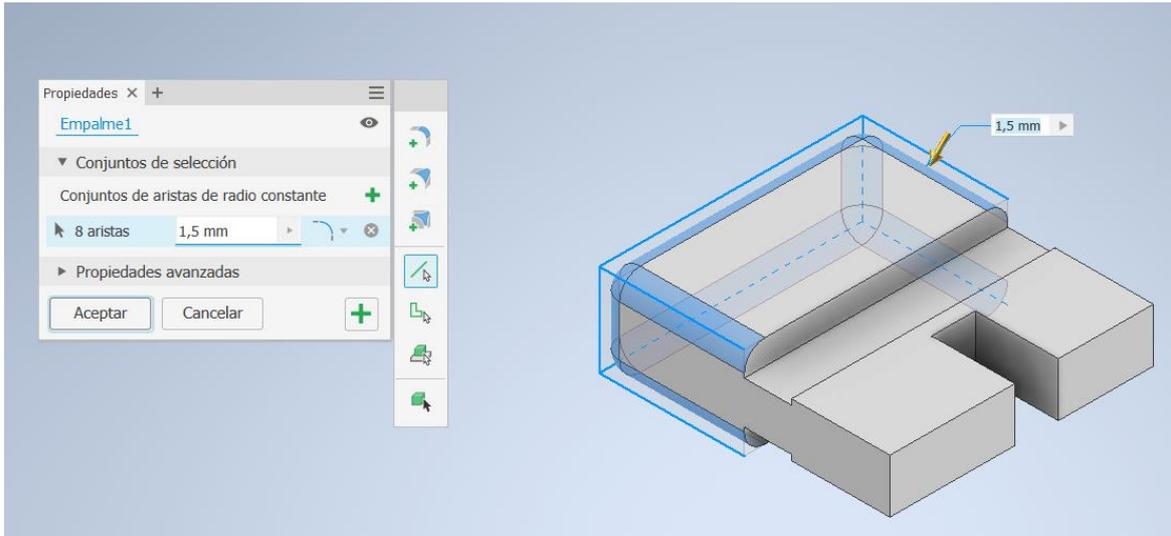
Corte por penetración



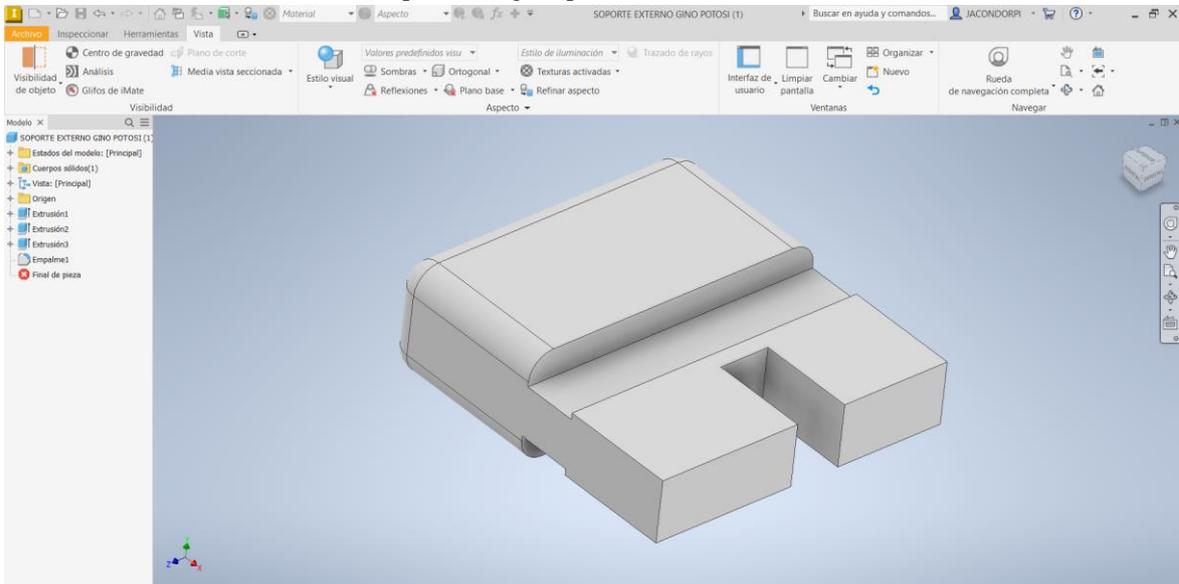
Corte medio de 3.14mm



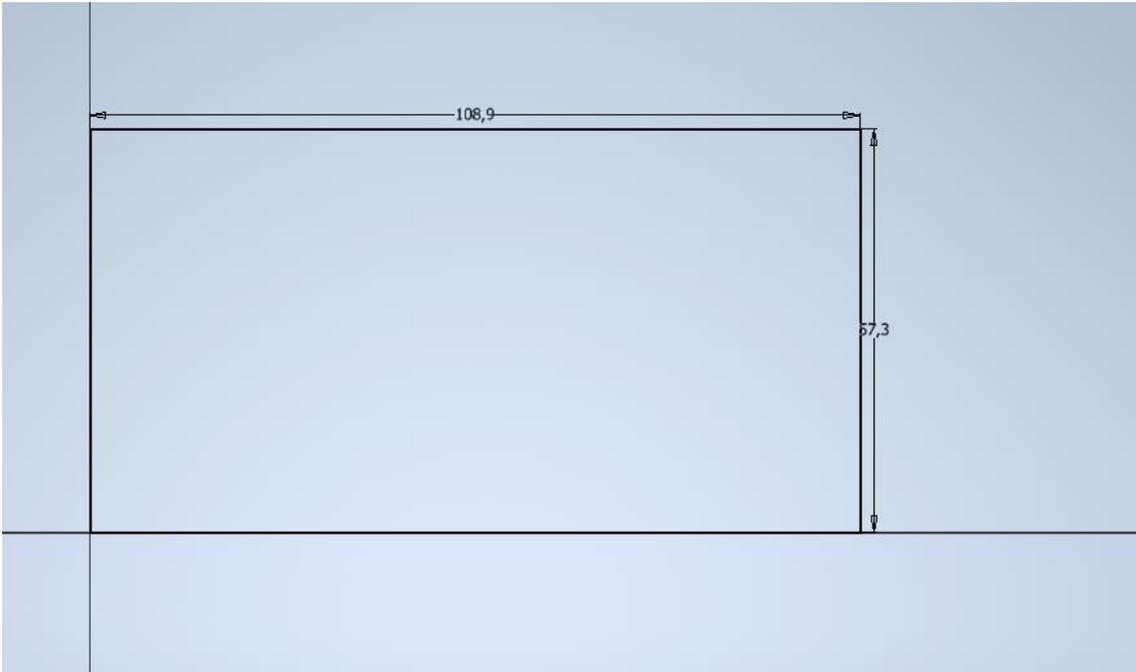
## Redondeo de pieza de 1.5 mm



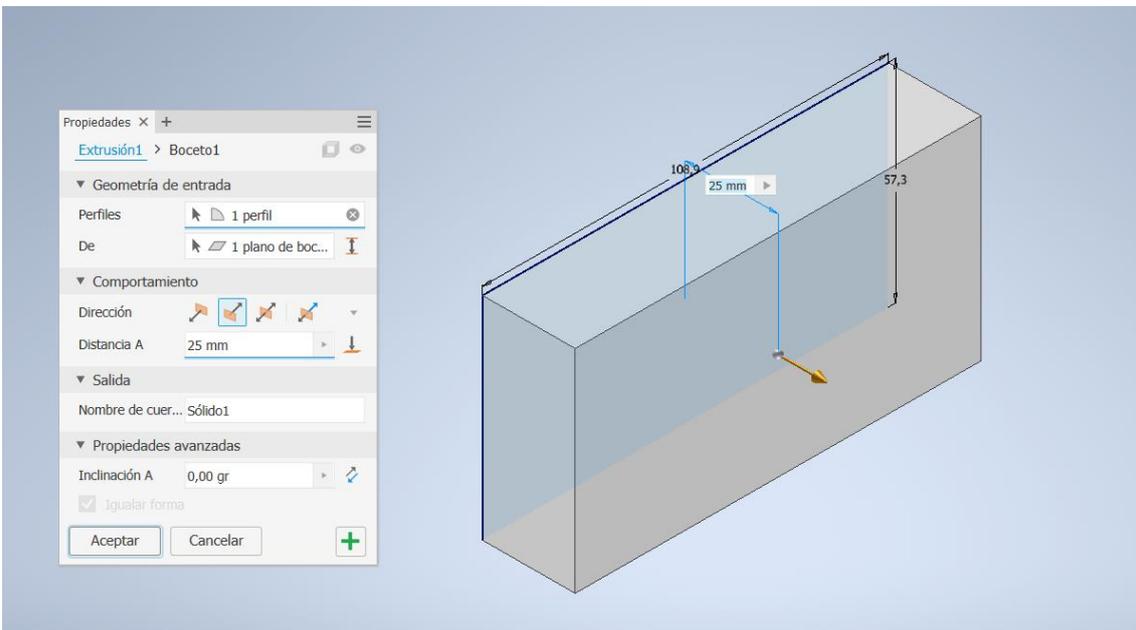
## Diseño completado seguro para conducto de ventilación



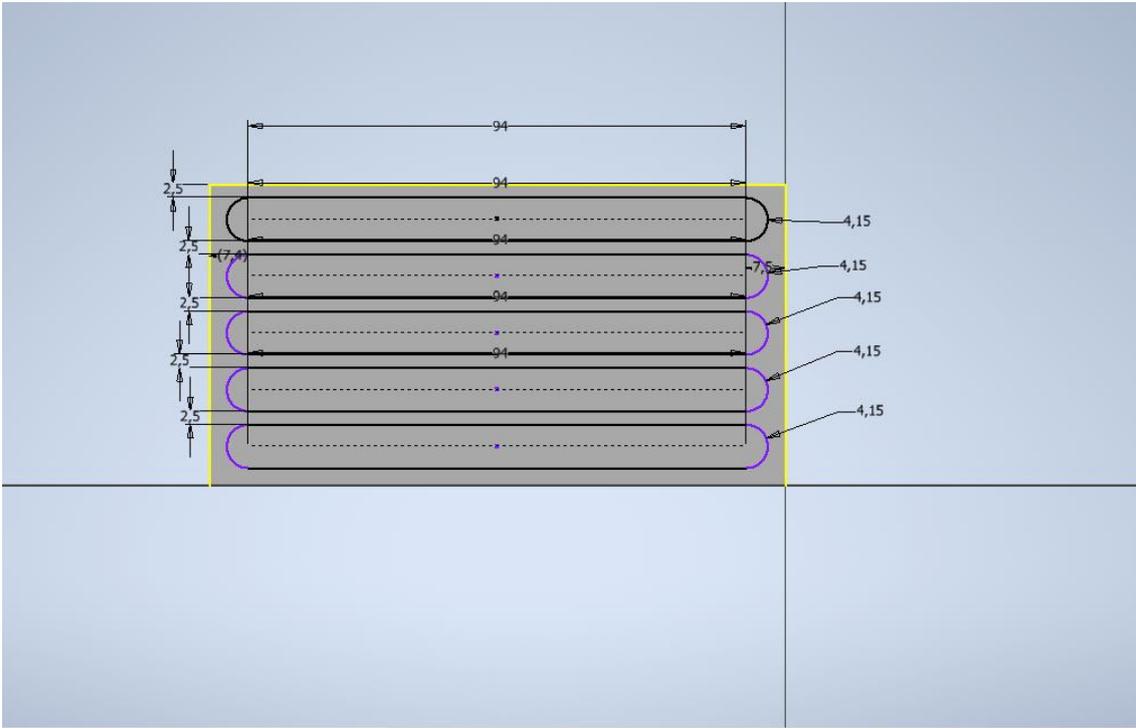
## Diseño 2D para conductos de ventilación



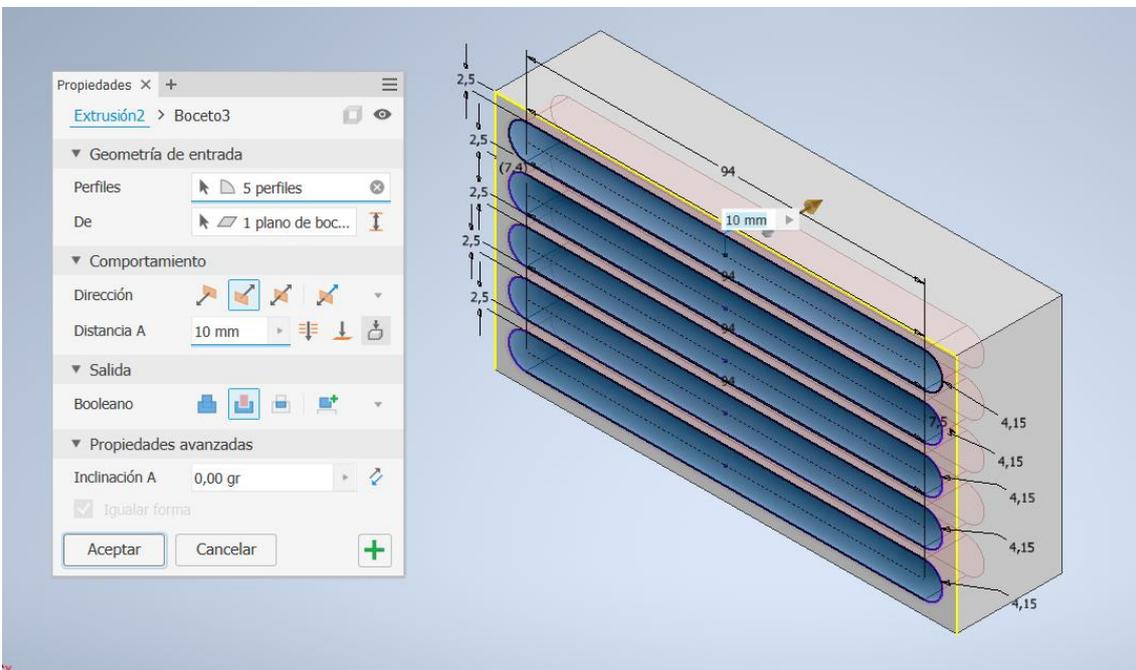
## Extrusión de plano 2d de 25 mm



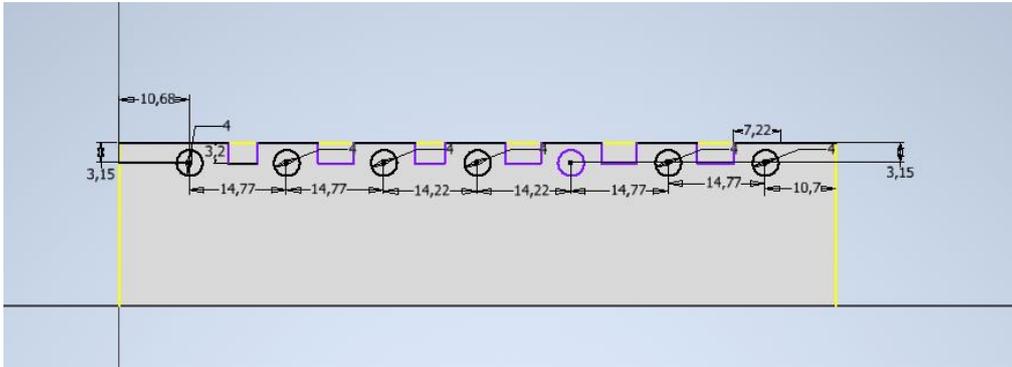
Diseño 2d parte frontal de largo de cada conducto de 24 mm



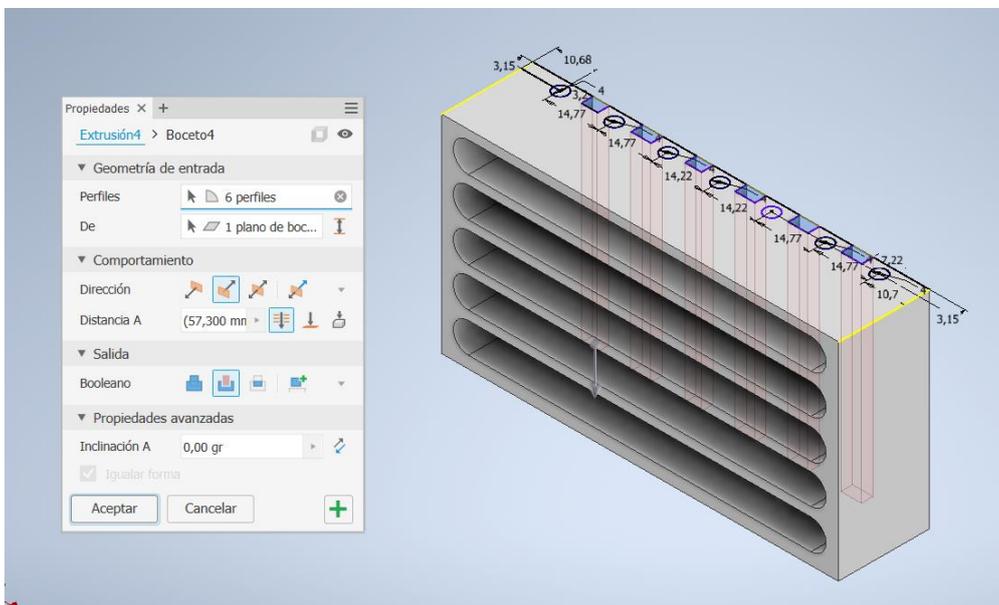
Corte de 10 mm de lado a lado



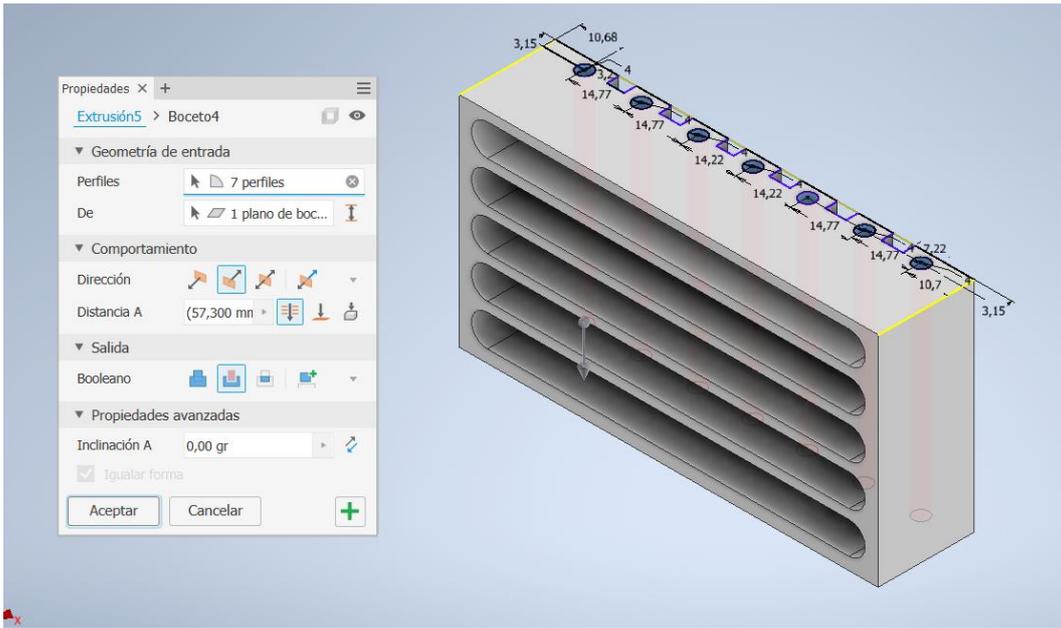
## Diseño de guías para difusores de ventilación



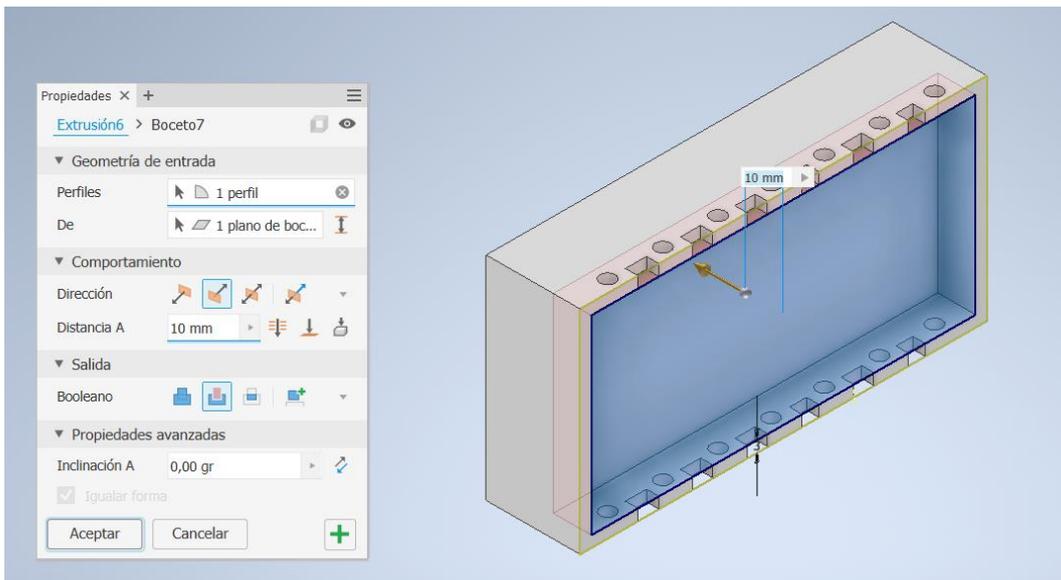
## Corte en la pieza de para rejilla de ventilación



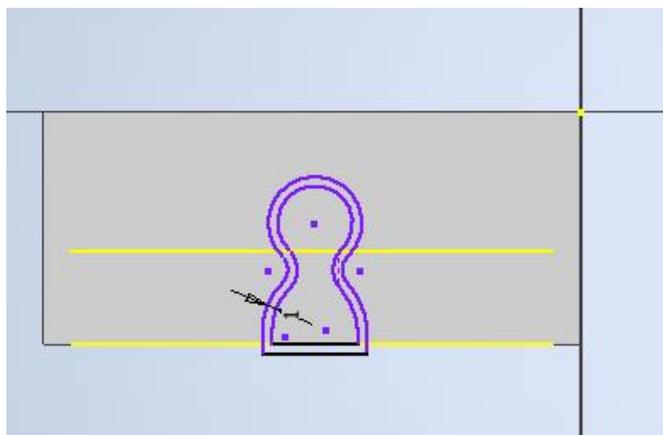
Perforación de 57.30 mm



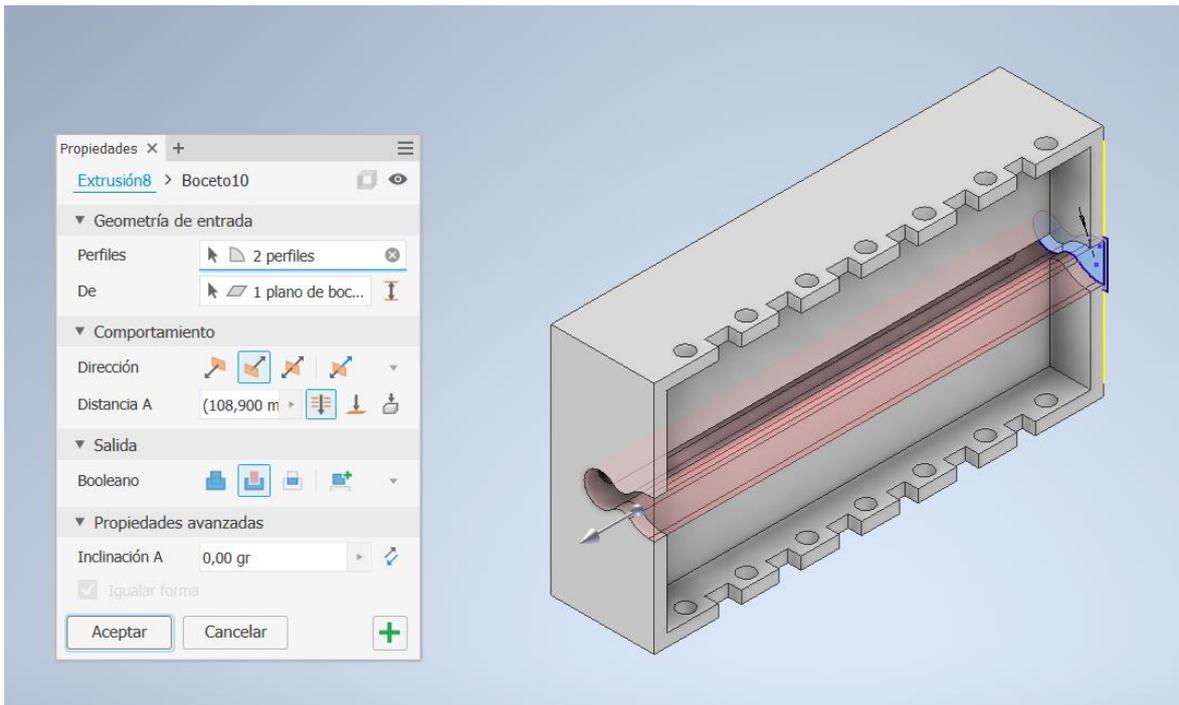
Corte posterior de 10 mm



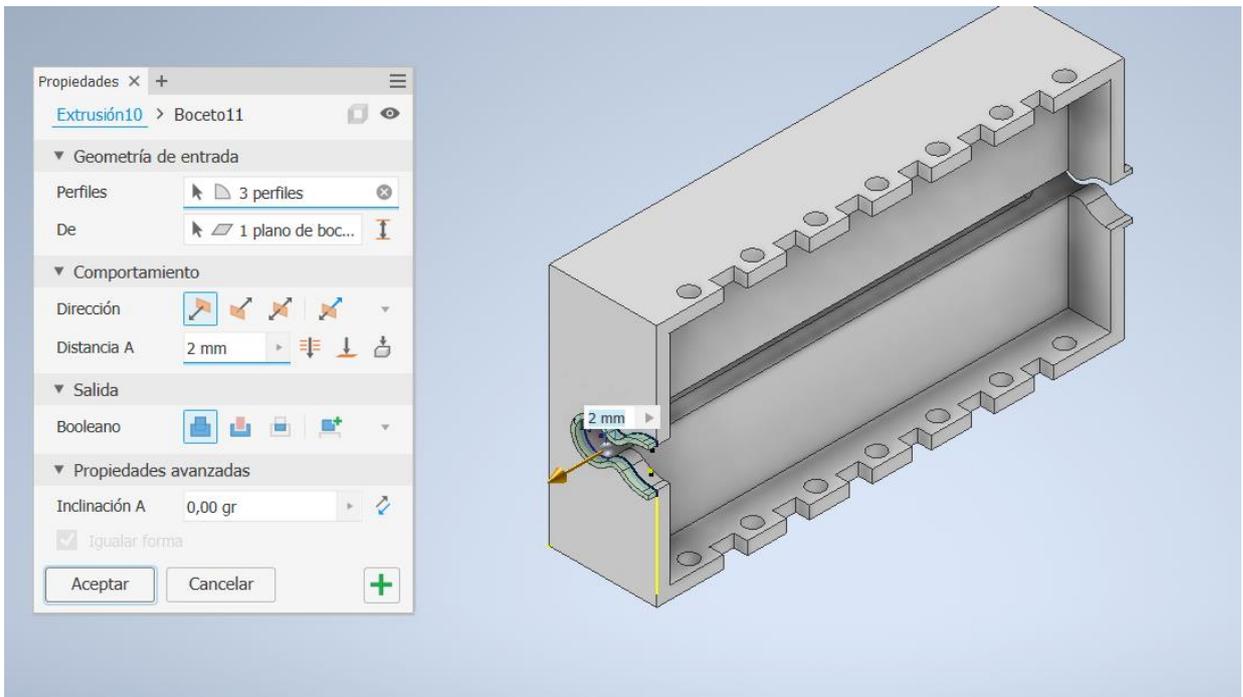
Diseño parte lateral



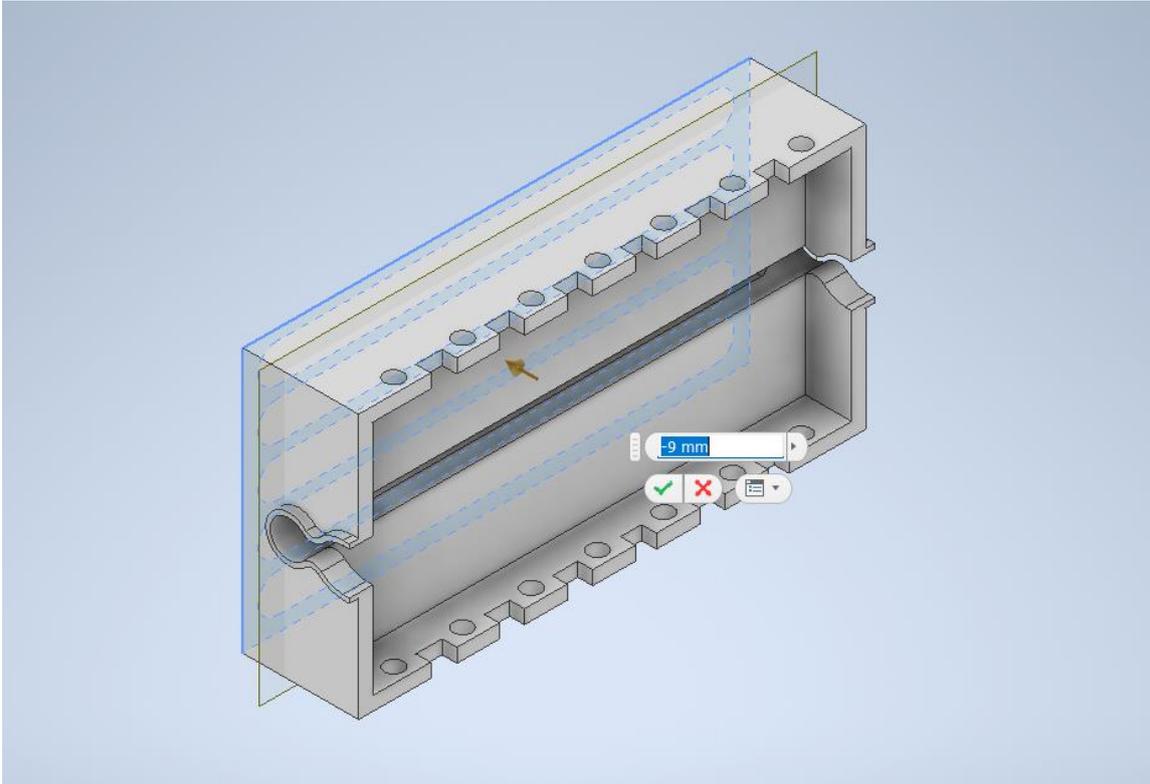
Extrusión de 108.30 mm de lado a lado



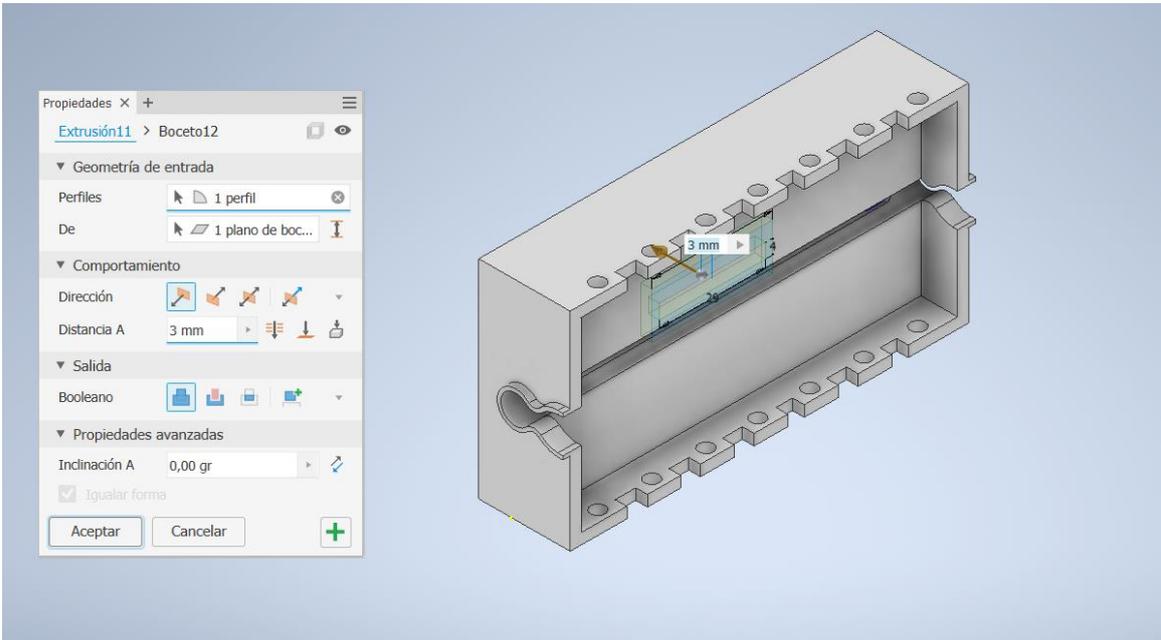
Extrusión faltante de 2 mm



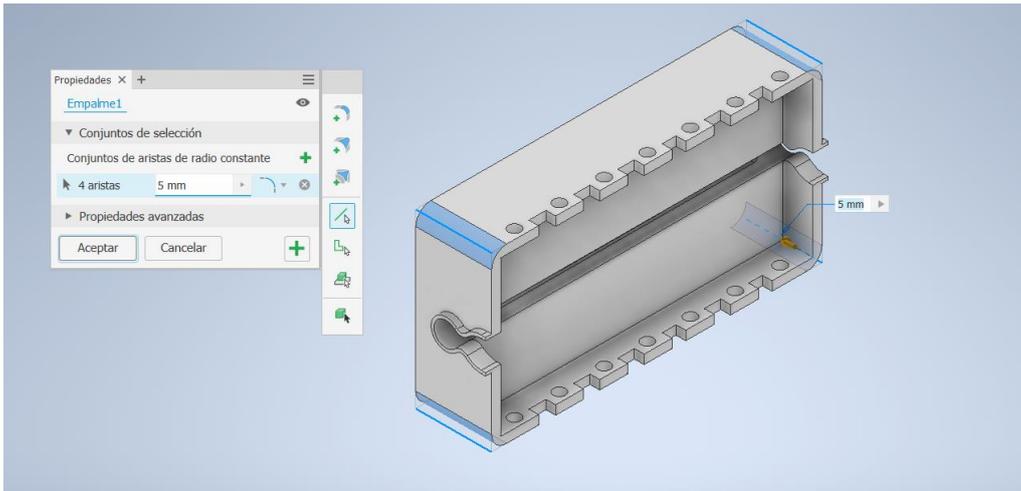
Plano medio de -9 mm



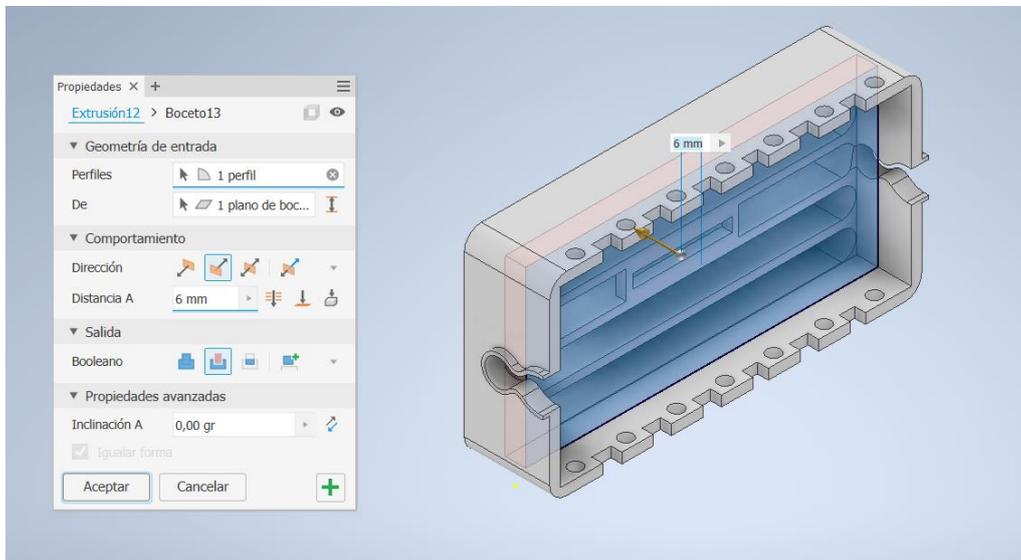
Extrusión interior al exterior de 3 mm



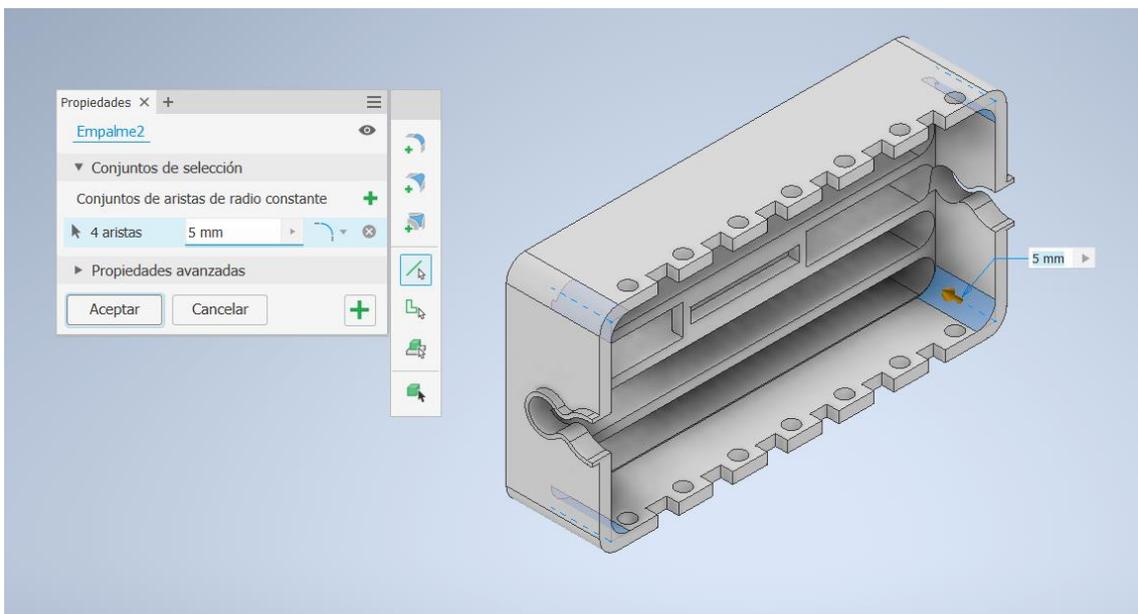
Redonde a las 4 esquinas de 5 mm



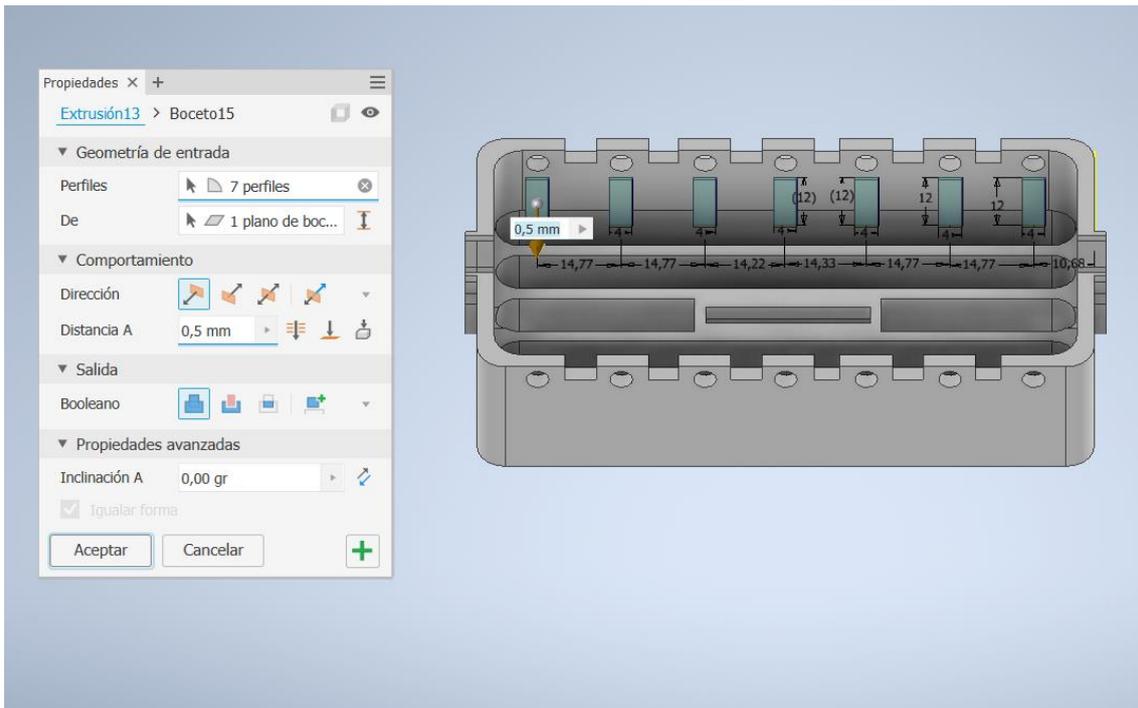
Corte de 6 mm



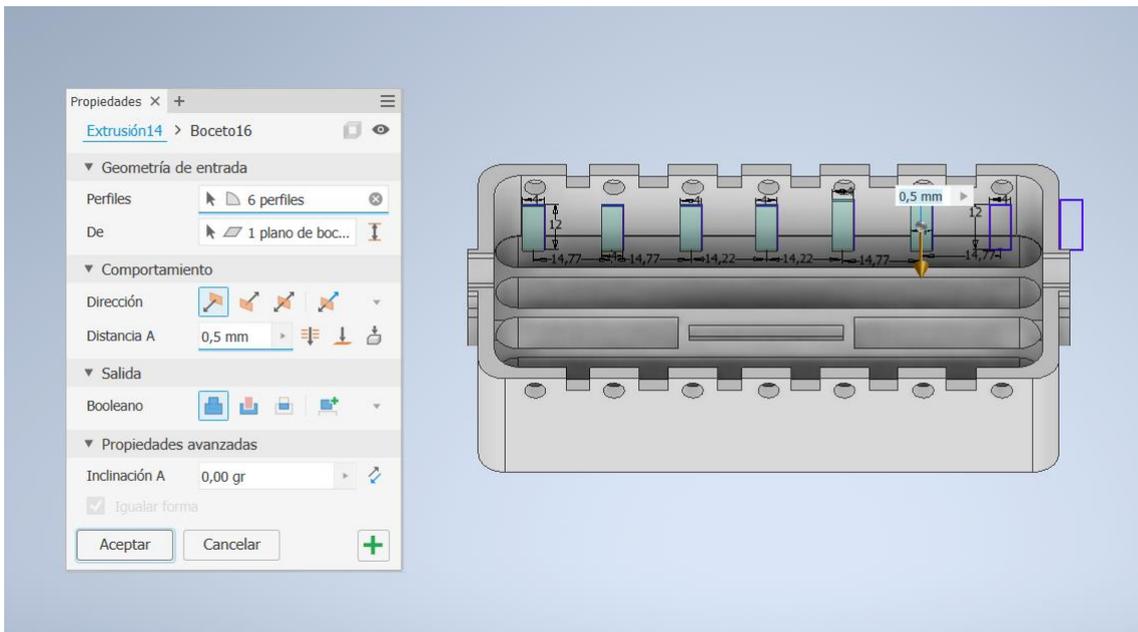
Redondeo cuatro esquinas interior de la pieza 5 mm



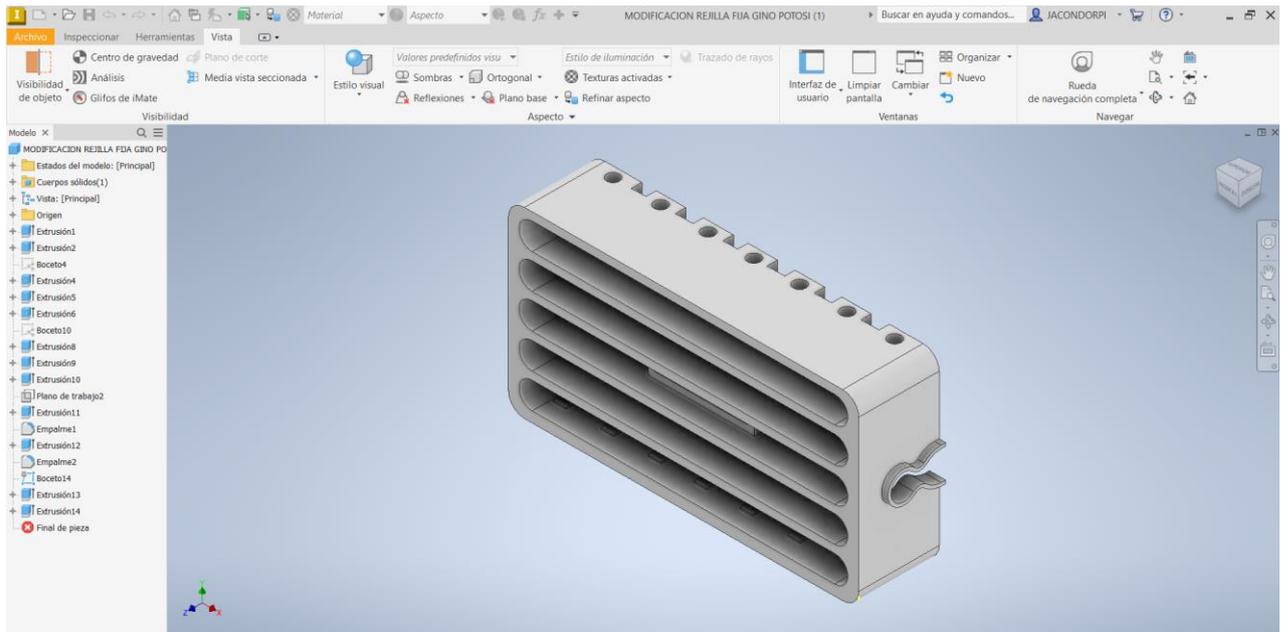
### Extrusión para guías de difusores de ventilación de 0.5 mm



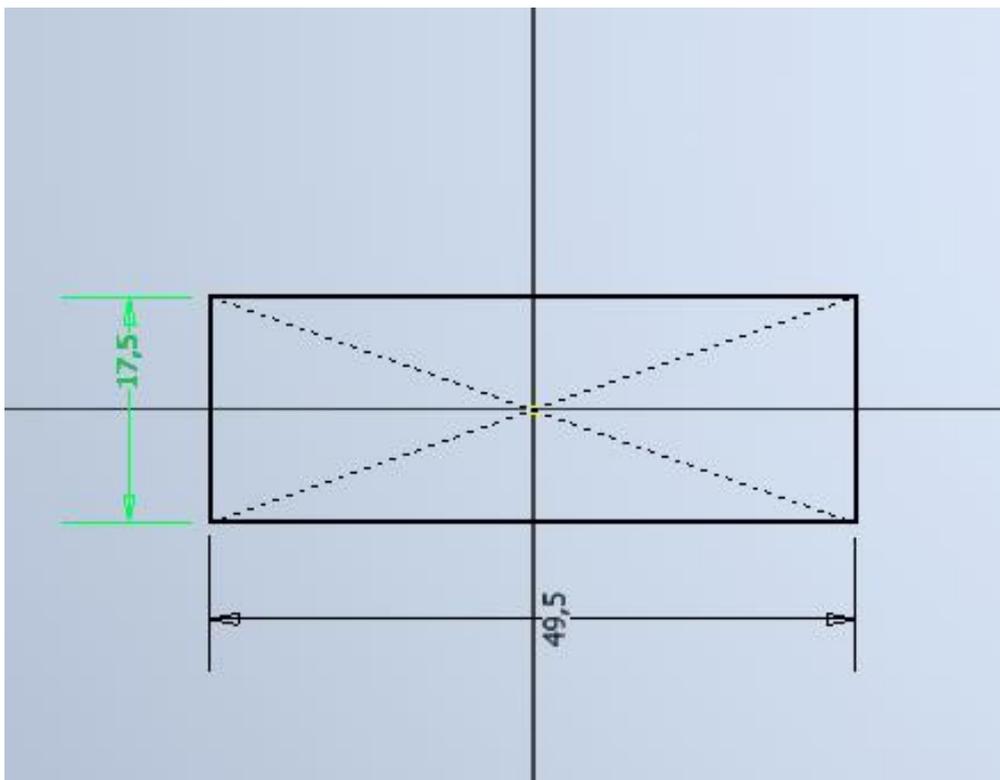
### Extrusión de 0.5 mm



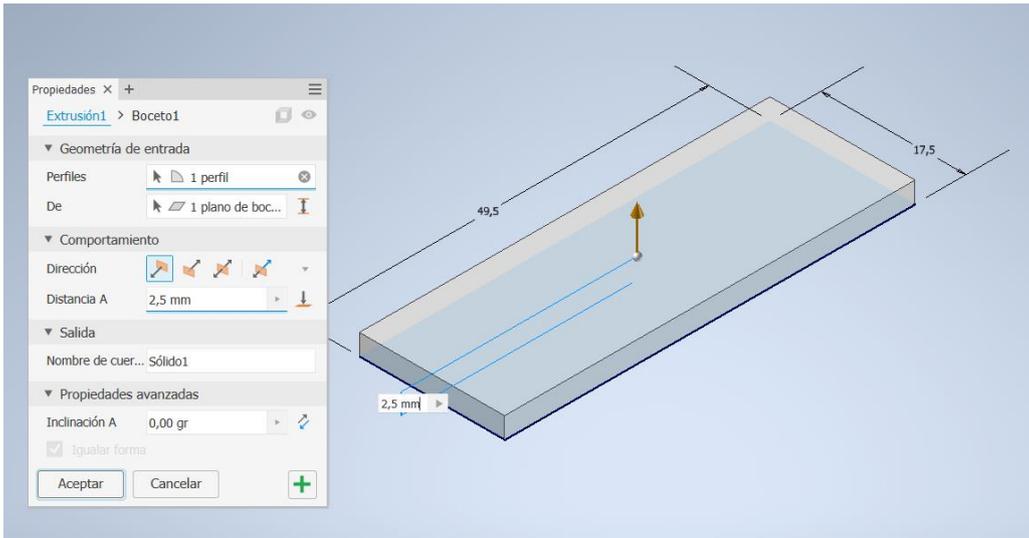
### Diseño completado de rejilla de ventilación



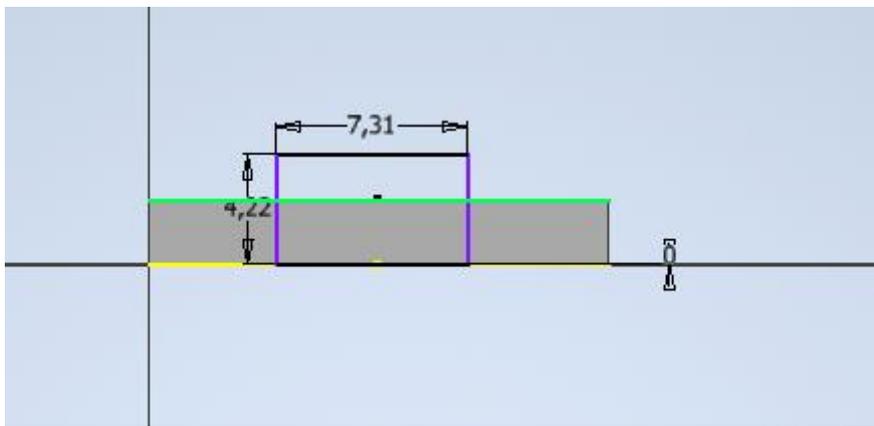
Diseño 2d de altura 17.5 mm y ancho 49.5 mm



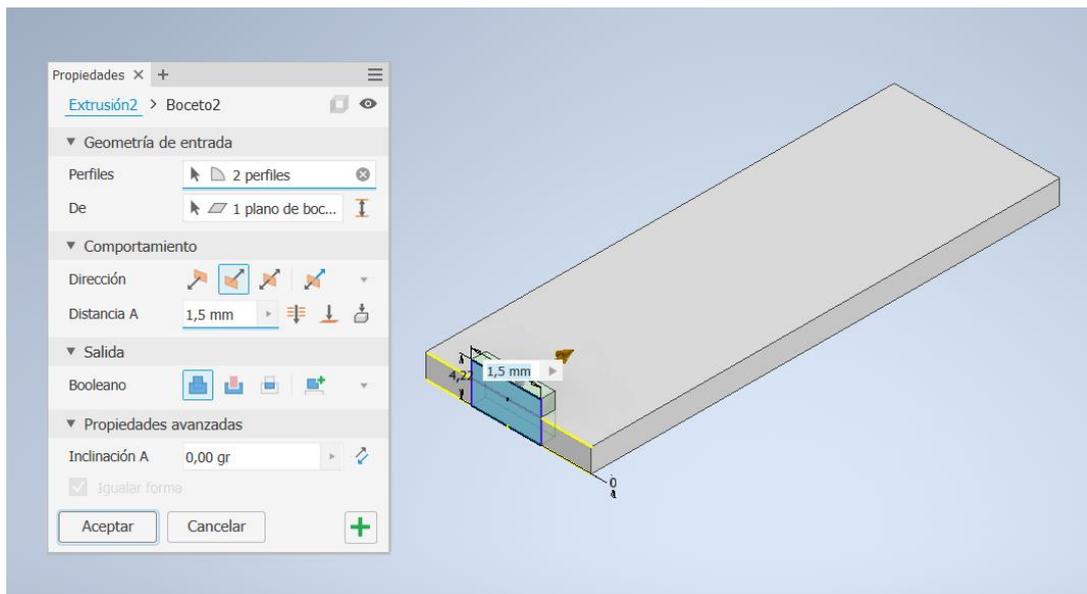
Extrusion de 2.5 mm



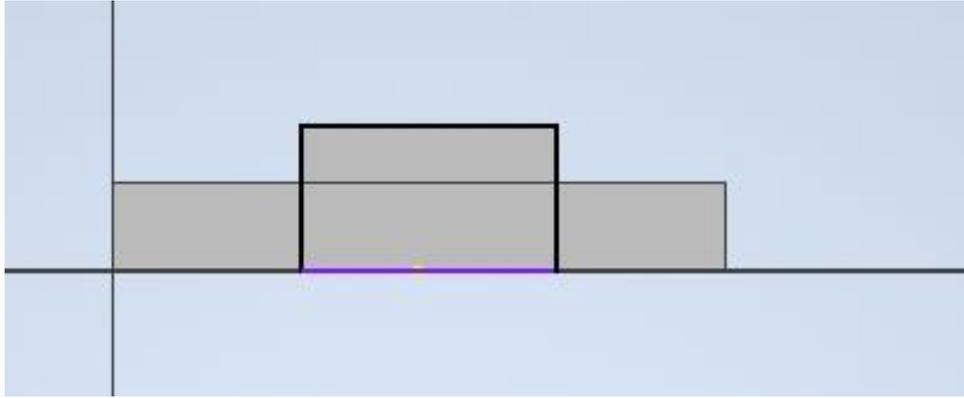
Guía de difusor de ventilación de altura 4.22 mm y ancho 7.31 mm



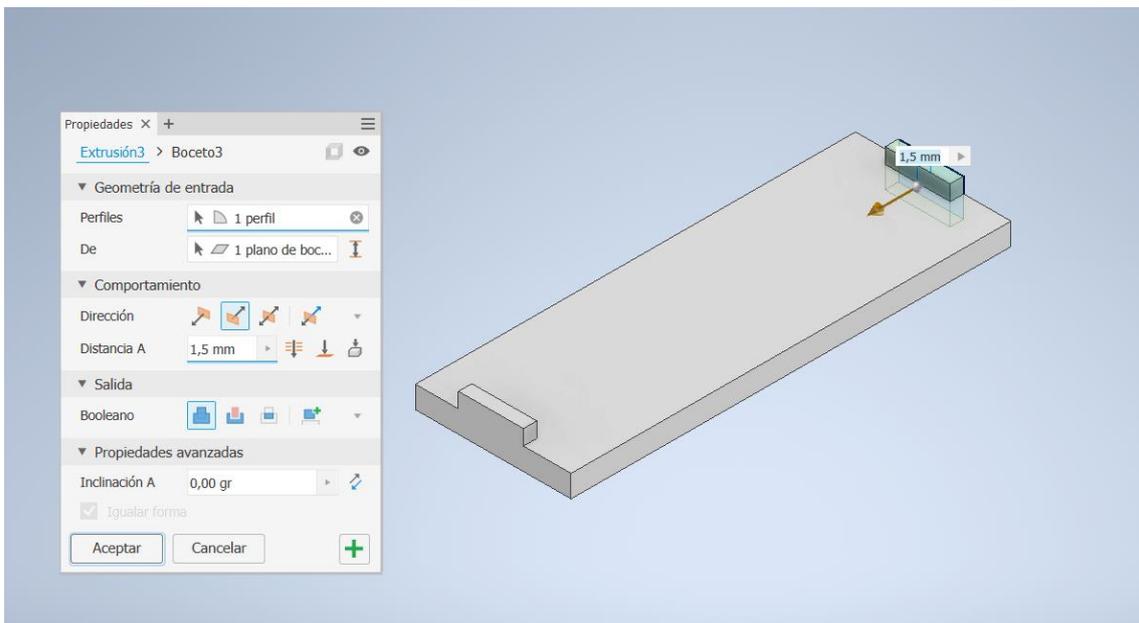
Altura de 1.5 mm desde la parte inferior hasta la cara de la pieza



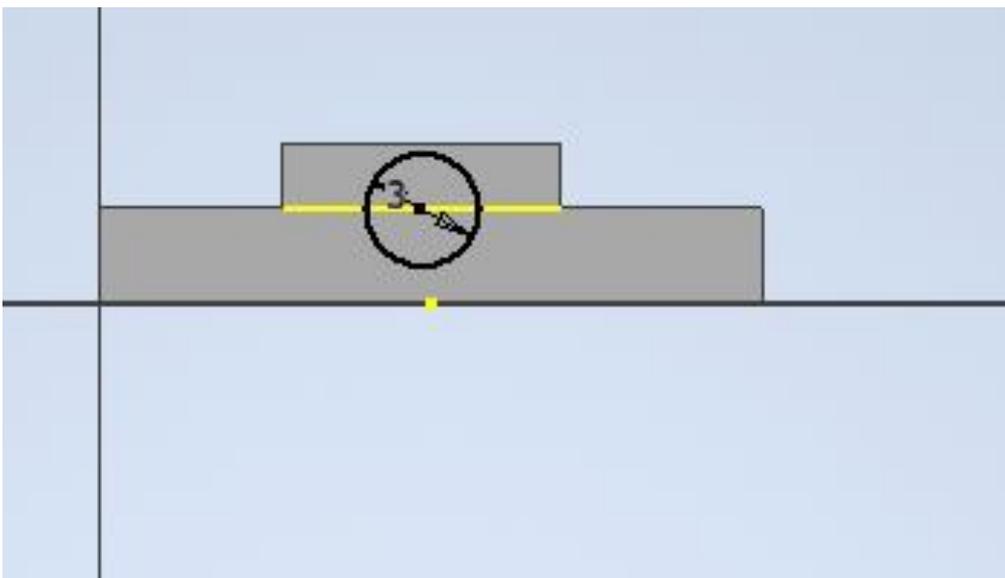
Dibujo de 2d previo a la extrusión de la ceja



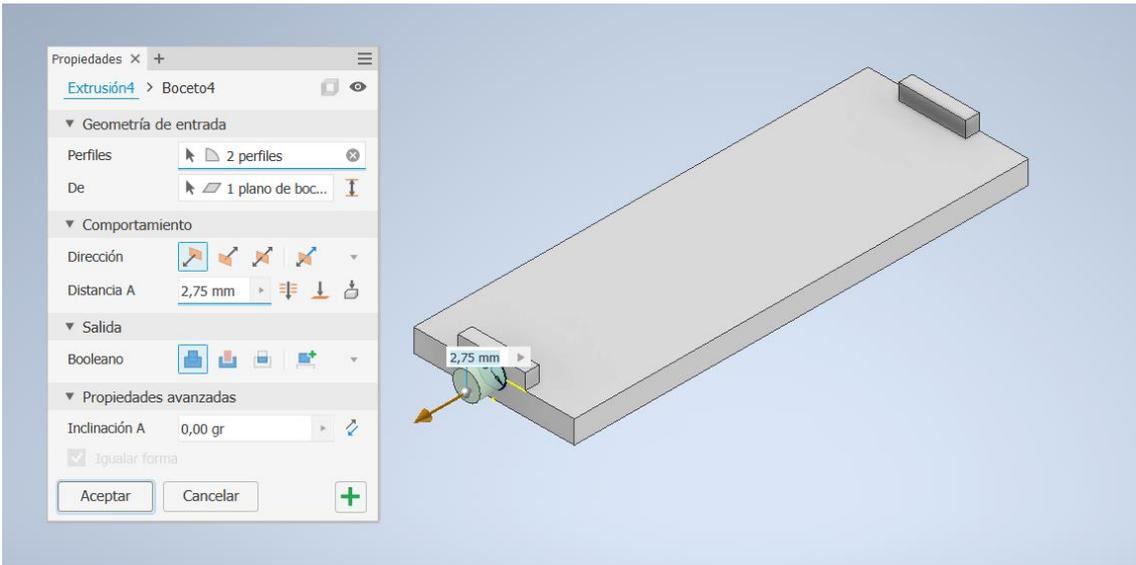
Ceja de difusor de ventilación de 1.5 mm



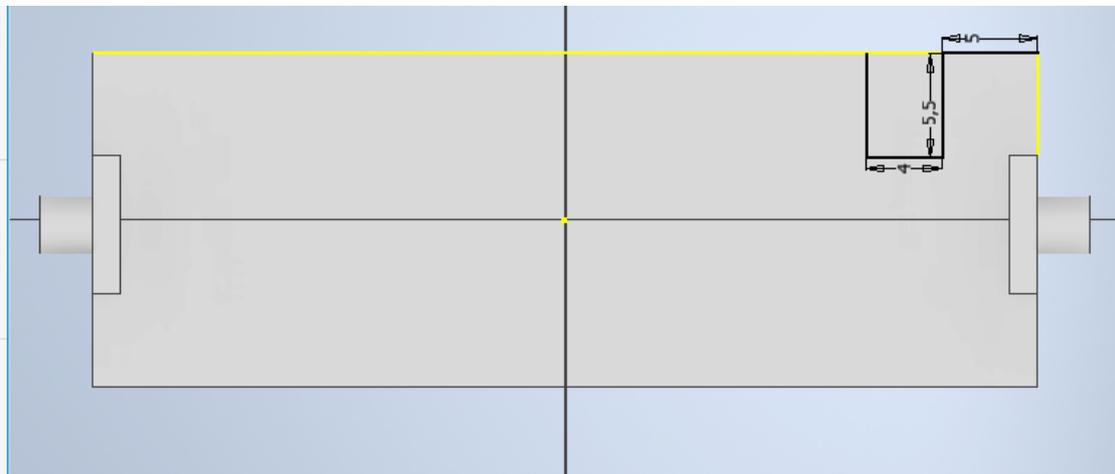
Circulo de 3 mm de diámetro



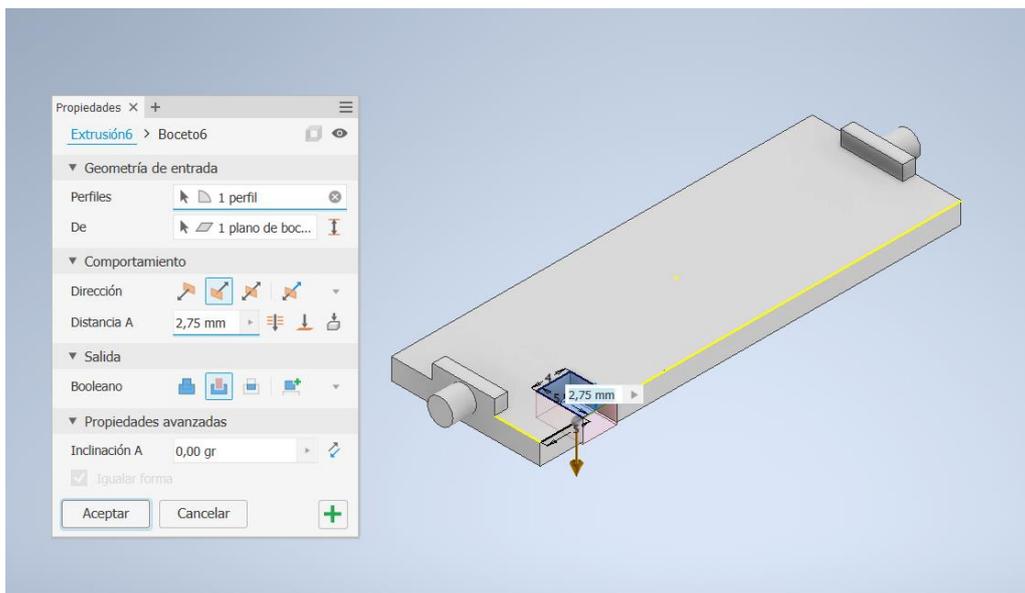
Extrusión de 2.75 mm



Diseño 2d para guías de rejillas de 5.5 mm y 4 mm



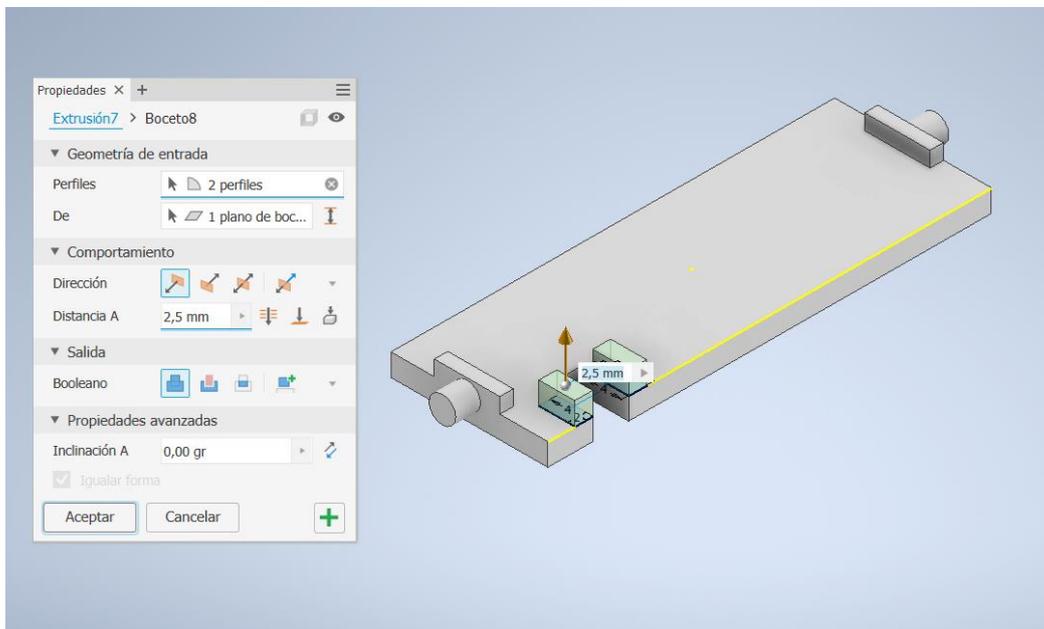
Corte de 2.75 mm de profundidad



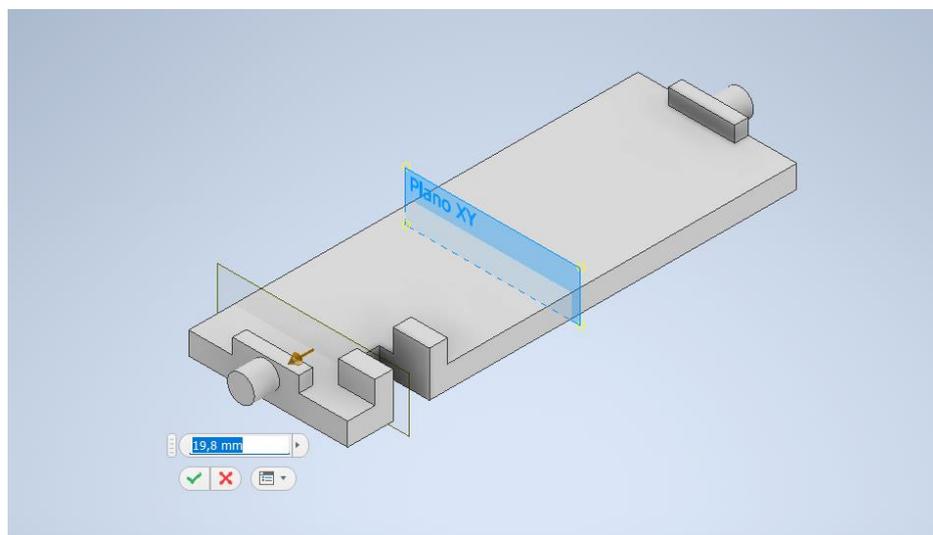
## Diseño acoplacion guias de rejillas



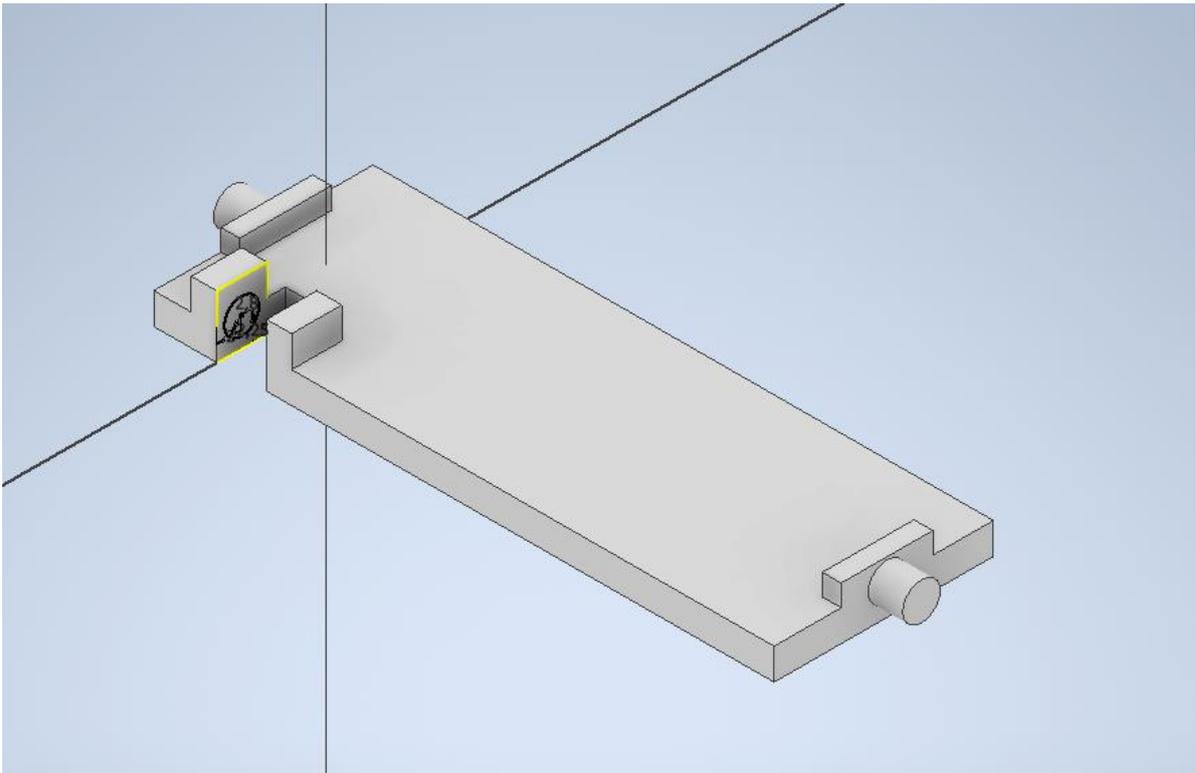
## Extrusión de diseño 2.5 mm



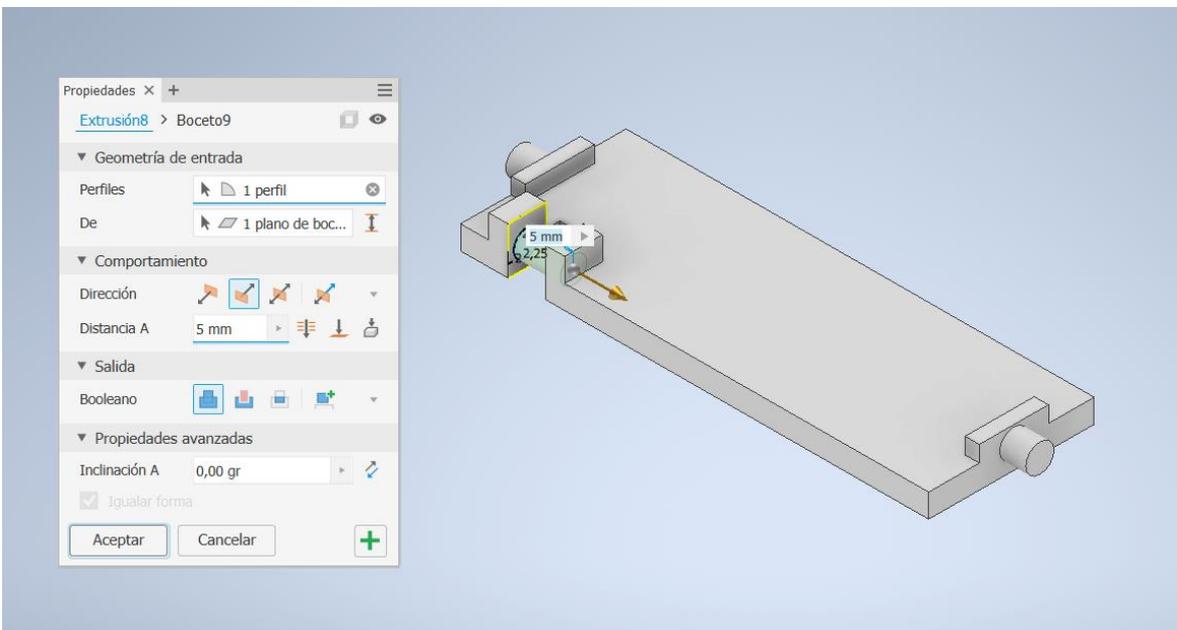
## Plano medio a 19.8 mm



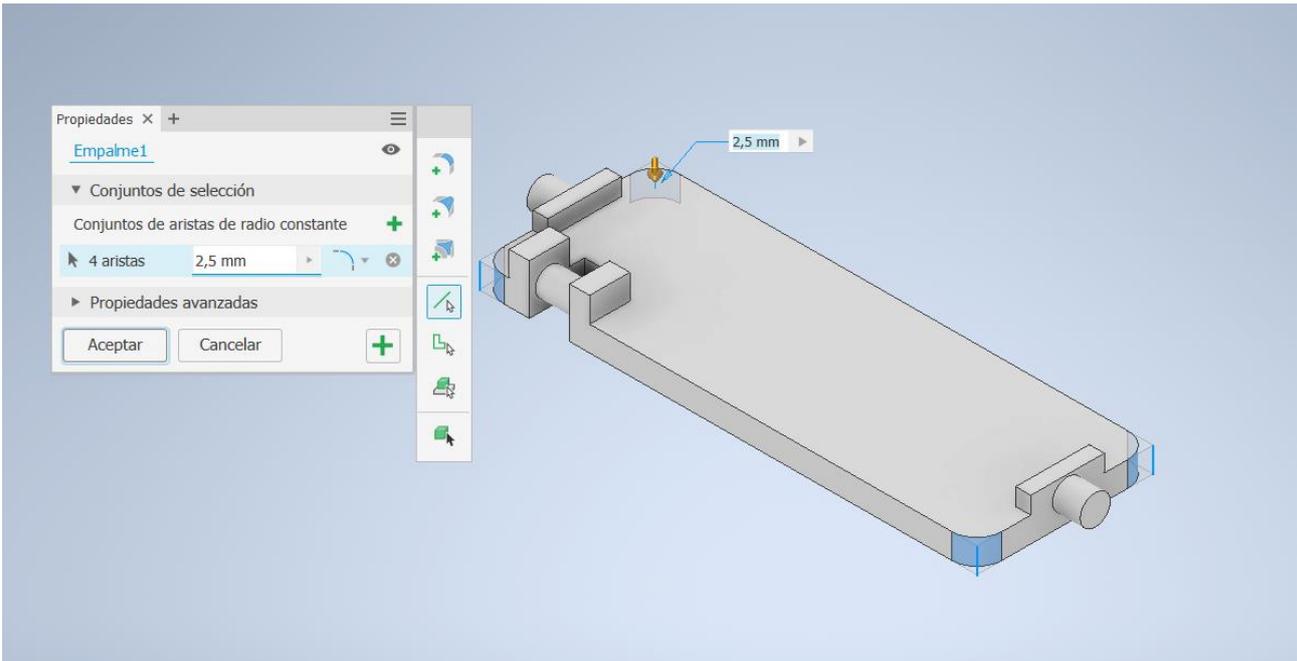
## Diseño 2D pasador



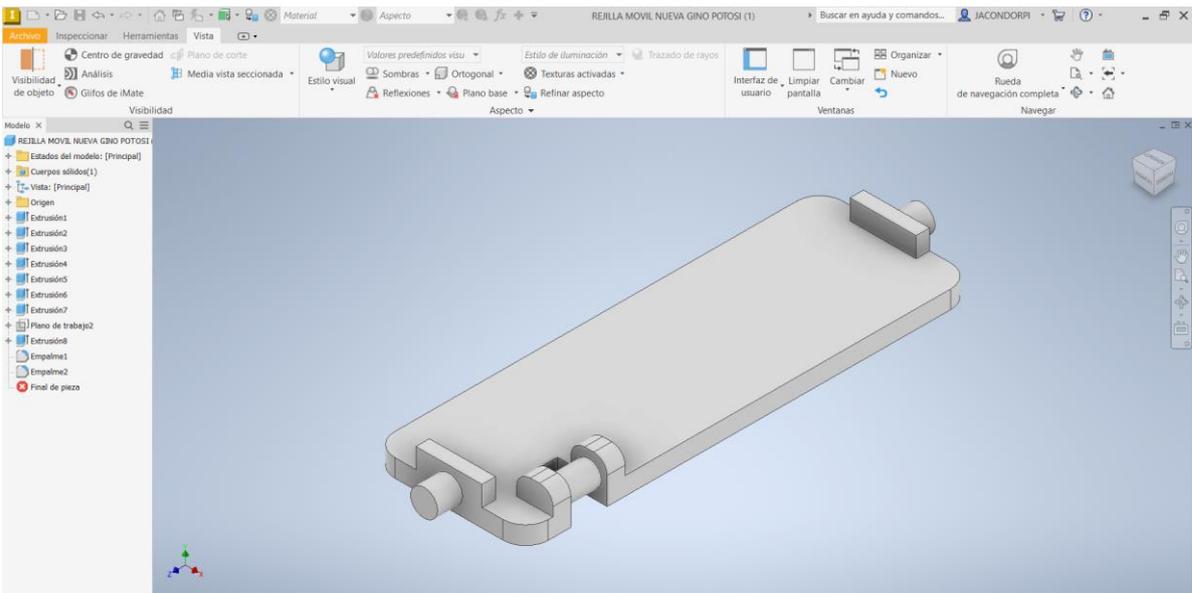
## Extrusión de 5 mm



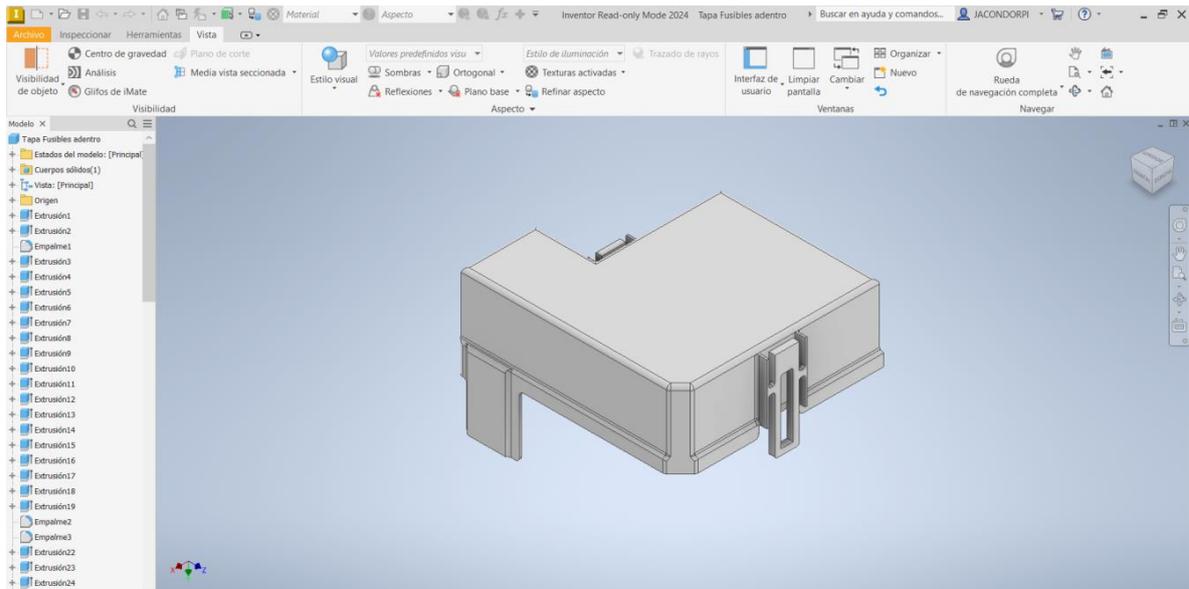
## Redondeo de 2.5 mm



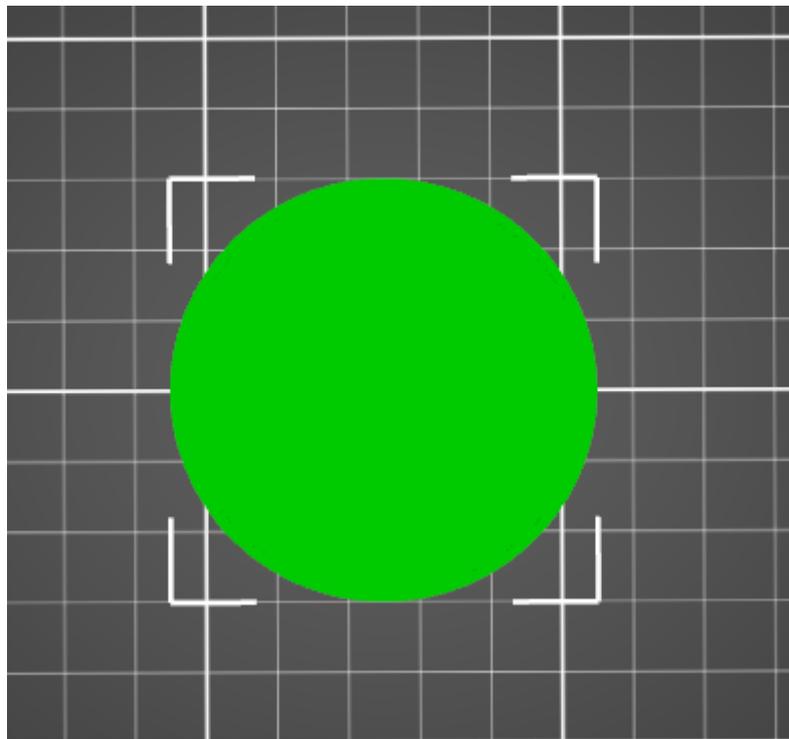
Diseño de difusor de ventilación



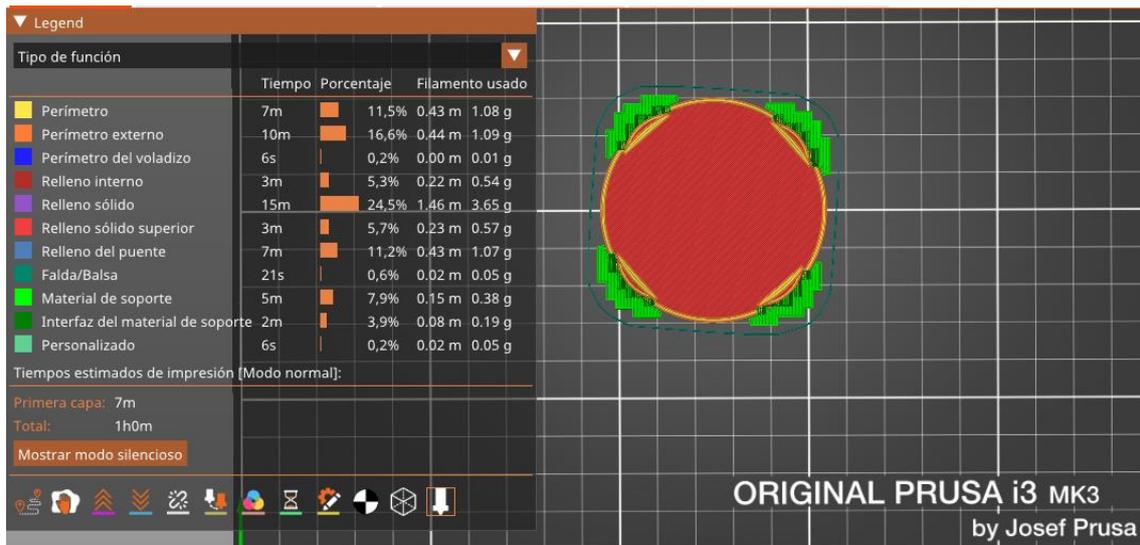
Diseño completado tapa de fusibles



Anexo 7: parámetros de impresión en el laminador Prusa slicer



Laminado de pieza con soportes en pieza tapa cubos



### Configuración de filamento en ABS

#### Configuración de impresión:

0.20mm QUALITY (modificado)

#### Filamento:

Smartfil ABS

#### Impresora:

Original Prusa i3 MK3S & MK3S+

Soportes:

Relleno:  Balsa:

Manipulación de objeto en base a su información y factores de escala y medidas tiempo y gramos de utilización de filamento

### Manipulación de objetos

Coordenadas mundia... ▾

	X	Y	Z	
Posición:	125	105	6	mm
Girar (relativo):	0	0	0	°
Factores de escala:	300,21	300,21	300,21	% ↻
Tamaño [Mundo]:	60	60,02	12,01	mm

Pulgadas

---

### Info

Tamaño: 19,99 x 19,99 x 4,00 Volumen: 374,99  
 Facetas: 968 (1 carcasa)  
 No se han detectado errores

---

### Información del laminado

Filamento Usado (g) (incluyendo la bobina)	8,70 (758,70)
Filamento Usado (m)	3,48
Filamento Usado (mm <sup>3</sup> )	8367,97
Coste	0,22
Tiempo estimado de impresión:	
- modo normal	1h0m
- modo silencioso	1h1m

**Exportar código G**

Configuración de filamento ABS y temperatura de boquilla y base

The screenshot shows the 'Smartfil ABS' software interface. On the left is a sidebar with navigation options: Filamento, Enfriamiento, Avanzado, Anulaciones de filamentos, Código G personalizado, Notas, and Dependencias. The main area is divided into two sections: 'Filamento' and 'Temperatura'. The 'Filamento' section includes settings for Color (locked), Diámetro (1,75 mm), Multiplicador de extrusión (1), Densidad (1,04 g/cm³), Coste (25 dinero/kg), and Peso de la bobina (750 g). The 'Temperatura' section includes settings for Temperatura de reposo (N/A °C), Boquilla (Primera capa: 255 °C, Otras capas: 255 °C), and Base (Primera capa: 100 °C, Otras capas: 110 °C).

Configuración de enfriamiento de impresora de acuerdo al filamento utilizado

Plataforma Configuración de Impresión Configuración del filamento Configuración de la Impresora

Smartfil ABS

- Filamento
- Enfriamiento**
- Avanzado
- Anulaciones de filamentos
- Código G personalizado
- Notas
- Dependencias

### Habilitar

- Mantener el ventilador siempre encendido:
- Habilitar el enfriamiento automático:

Si el tiempo de capa estimado está por debajo de ~20s, el ventilador funcionará en 15% y la velocidad de impresión se reducirá de modo que no se gaste menos de 20s en esa capa (sin embargo, la velocidad nunca se reducirá por debajo de 15mm/s).  
 Si el tiempo de capa estimado es mayor, pero sigue siendo inferior a ~30s, el ventilador funcionará al 15%. Durante el resto de capas, el ventilador siempre funcionará al 15% a excepción de las 4 primeras capas.

### Configuración del ventilador

- Velocidad del ventilador: Min: % Max: %
- Velocidad del ventilador para puentes: %
- Desactivar ventilador para la primera:  capas
- Velocidad máxima del ventilador en la capa:

### Velocidades dinámicas del ventilador

- Habilitar velocidades dinámicas del ventilador:
- velocidad para un solapamiento del 0% (puente): %
- velocidad para un solapamiento del 25%: %
- velocidad para un solapamiento del 50%: %
- velocidad para un solapamiento del 75%: %

Altura de capa y perímetros verticales y horizontales

0.20mm QUALITY @MK3 (modificado)

- Capas y perímetros
- Relleno
- Falda y balsa
- Material de soporte
- Velocidad
- Múltiples Extrusores
- Avanzado
- Opciones de salida
- Notas
- Dependencias

### Altura de la capa

- Altura de la capa: 0,2 mm
- Altura de la primera capa: 0,2 mm

### Carcasas verticales

- Perímetros: 2 (mínimo)
- Modo vaso:

Espesor de pared delgada del objeto recomendado para una altura de capa 0.20 y 2 líneas: 0.86 mm , 4 líneas: 1.67 mm

### Carcasas horizontales

- Capas sólidas: Arriba: 5 Abajo: 4
- Espesor mínimo de pared: Arriba: 0,7 mm Abajo: 0,5 mm

La carcasa superior es de 1 mm de espesor con una altura de capa de 0.2 mm. El espesor mínimo de la carcasa superior es 0.7 mm.  
La carcasa inferior es 0.8 mm más grueso para la altura de capa de 0.2 mm. El espesor mínimo de la carcasa inferior es 0.5 mm.

### Calidad (laminado más lento)

- Perímetros adicionales si es necesario:
- Perímetros adicionales en voladizos (Experimental):
- Evitar cruzar voladizos ondulados (Experimental):
- Evita cruzar perímetros:
- Evitar cruzar perímetros - Longitud máxima del desvío: 0 mm or % (cero para deshabilitar)
- Detecta paredes delgadas:
- Puentes gruesos:

### Tapacubos de acuerdo al material PET CF

Legend

Tipo de función	Tiempo	Porcentaje	Filamento usado
Perímetro	9m	11,1%	0.45 m 1.53 g
Perímetro externo	10m	11,3%	0.46 m 1.54 g
Perímetro del voladizo	6s	0,1%	0.00 m 0.01 g
Relleno interno	5m	5,7%	0.23 m 0.76 g
Relleno sólido	31m	37,3%	1.53 m 5.16 g
Relleno sólido superior	5m	5,6%	0.24 m 0.81 g
Relleno del puente	9m	10,4%	0.45 m 1.52 g
Falda/Balsa	29s	0,6%	0.02 m 0.08 g
Material de soporte	5m	6,0%	0.16 m 0.54 g
Interfaz del material de soporte	2m	2,9%	0.08 m 0.27 g
Personalizado	6s	0,1%	0.02 m 0.07 g

Tiempos estimados de impresión [Modo normal]:  
Primera capa: 7m  
Total: 1h24m  
Mostrar modo silencioso

ORIGINAL PRUSA i3 MK3  
by Josef Prusa

### Configuración de cuerdo al filamento PET - CF

Configuración de impresión:

  0.20mm QUALITY (modificado)  

Filamento:

 Smartfil PET-CF  

Impresora:

  Original Prusa i3 MK3S & MK3S+  

Soportes:  

Relleno:   Balsa:

Información del objeto en el proceso de laminado

### Manipulación de objetos



	X 	Y 	Z 	
Trasladar (relativo) [Mundial]:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	mm
Girar (relativo):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	°
 Factores de escala:	<input type="text" value="300,21"/>	<input type="text" value="300,21"/>	<input type="text" value="300,21"/>	% 
 Tamaño [Mundo]:	<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value="60,02"/>	<input type="text" value="12,01"/>	mm

Pulgadas

### Info

Tamaño: 19,99 x 19,99 x 4,00 Volumen: 374,99

Facetas: 968 (1 carcasa)

No se han detectado errores

### Información del laminado

Filamento Usado (g) 12,30 (62,30)  
(incluyendo la bobina)

Filamento Usado (m) 3,65

Filamento Usado (mm<sup>3</sup>) 8783,76

Coste 6,15

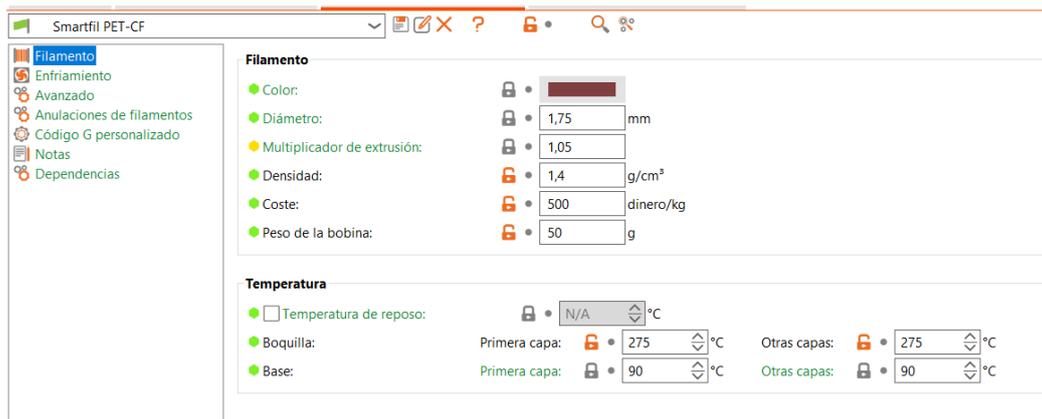
Tiempo estimado de impresión:

- modo normal 1h24m

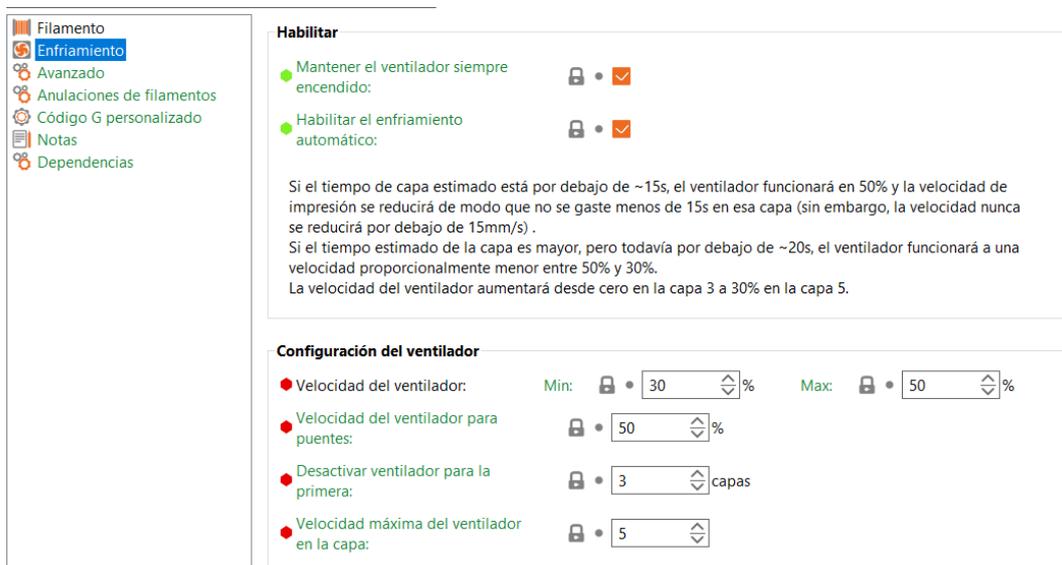
- modo silencioso 1h25m

**Exportar código G**

Especificaciones del filamento y temperatura



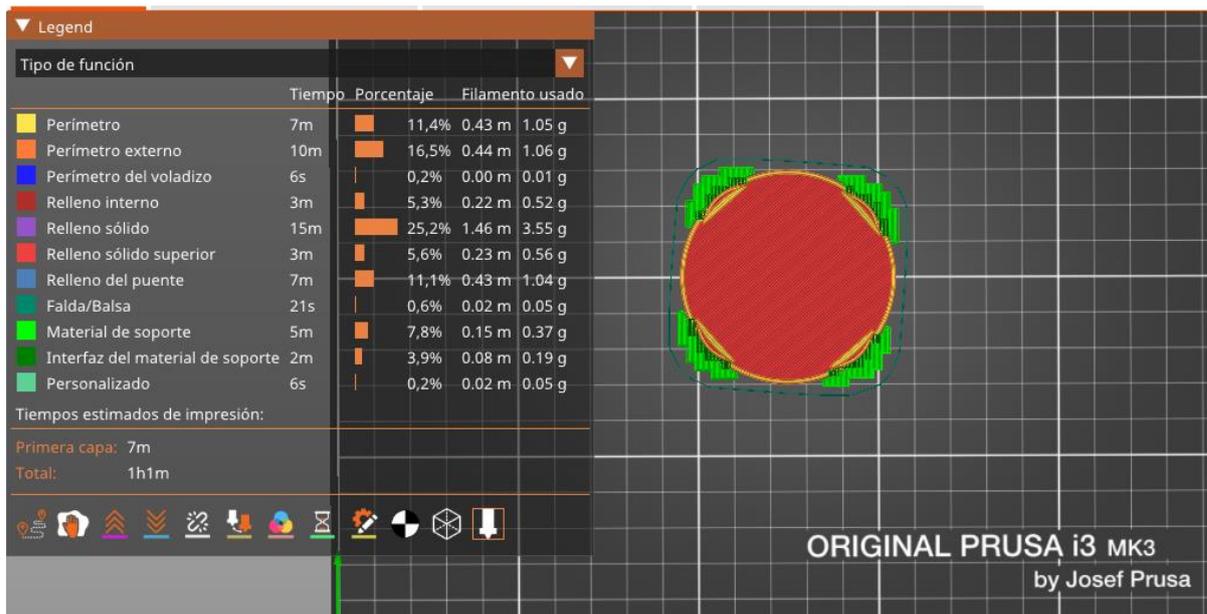
## Enfriamiento de impresora en software



## Altura de capas y carcassas verticales



## Nylon t soportes en la parte inferior



configuración de la impresora en base al filamento utilizado e impresora

### Configuración de impresión:

0.20mm QUALITY (modificado)

### Filamento:

Fillamentum Nylon FX256

### Impresora:

Original Prusa i3 MK3S & MK3S+

Soportes:

Relleno:  Balsa:

Parámetro del laminado de la pieza tanto en posición y factores de escala tiempo y gramos de utilización del filamento

## Manipulación de objetos

Coordenadas mundia... ▾	X	Y	Z	
Posición:	<input type="text" value="125"/>	<input type="text" value="105"/>	<input type="text" value="6"/>	mm
Girar (relativo):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	°
Factores de escala:	<input type="text" value="300,21"/>	<input type="text" value="300,21"/>	<input type="text" value="300,21"/>	%
Tamaño [Mundo]:	<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value="60,02"/>	<input type="text" value="12,01"/>	mm
<input type="checkbox"/> Pulgadas				

## Info

Tamaño: 19,99 x 19,99 x 4,00 Volumen: 374,99

Facetas: 968 (1 carcasa)

No se han detectado errores

## Información del laminado

Filamento Usado (g) 8,45 (238,45)  
(incluyendo la bobina)

Filamento Usado (m) 3,48

Filamento Usado (mm<sup>3</sup>) 8367,97

Coste 0,48

Tiempo estimado de impresión:

- modo normal 1h1m

- modo silencioso 1h1m

## Parámetros de filamento y temperatura

Fillamentum Nylon FX256

**Filamento**

- Color:
- Diámetro:  mm
- Multiplicador de extrusión:
- Densidad:  g/cm<sup>3</sup>
- Coste:  dinero/kg
- Peso de la bobina:  g

**Temperatura**

- Temperatura de reposo:  °C
- Boquilla: Primera capa:  °C Otras capas:  °C
- Base: Primera capa:  °C Otras capas:  °C

Configuración del enfriamiento automático de la impresora Prusa MK3 s plus

Fillamentum Nylon FX256

- Filamento
- Enfriamiento**
- Avanzado
- Anulaciones de filamentos
- Código G personalizado
- Notas
- Dependencias

### Habilitar

- Mantener el ventilador siempre encendido:
- Habilitar el enfriamiento automático:

Si el tiempo de capa estimado está por debajo de ~20s, el ventilador funcionará en 0% y la velocidad de impresión se reducirá de modo que no se gaste menos de 20s en esa capa (sin embargo, la velocidad nunca se reducirá por debajo de 15mm/s). Durante las otras capas, el ventilador se apagará.

### Configuración del ventilador

- Velocidad del ventilador: Min: % Max: %
- Velocidad del ventilador para puentes: %
- Desactivar ventilador para la primera:  capas
- Velocidad máxima del ventilador en la capa:

### Parámetros de impresión en base a perímetros y capas

0.20mm QUALITY @MK3 (modificado)

- Capas y perímetros
- Relleno
- Falda y balsa
- Material de soporte
- Velocidad
- Múltiples Extrusores
- Avanzado
- Opciones de salida
- Notas
- Dependencias

### Altura de la capa

- Altura de la capa:  mm
- Altura de la primera capa:  mm

### Carcasas verticales

- Perímetros:  (mínimo)
- Modo vaso:

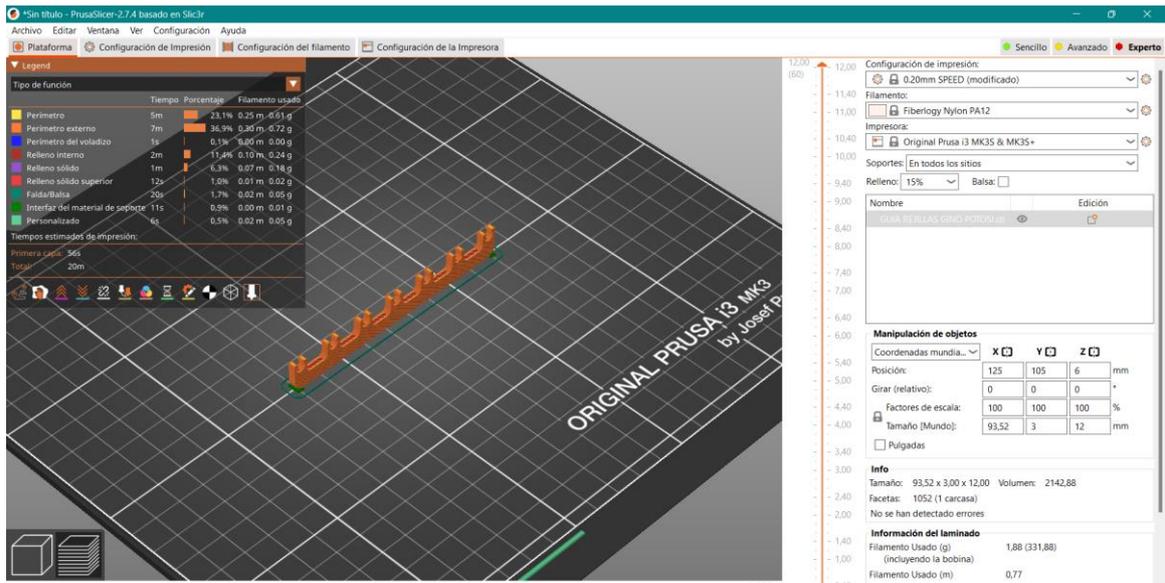
Espesor de pared delgada del objeto recomendado para una altura de capa 0.20 y 2 líneas: 0.86 mm , 4 líneas: 1.67 mm

### Carcasas horizontales

- Capas sólidas: Arriba:  Abajo:
- Espesor mínimo de pared: Arriba:  mm Abajo:  mm

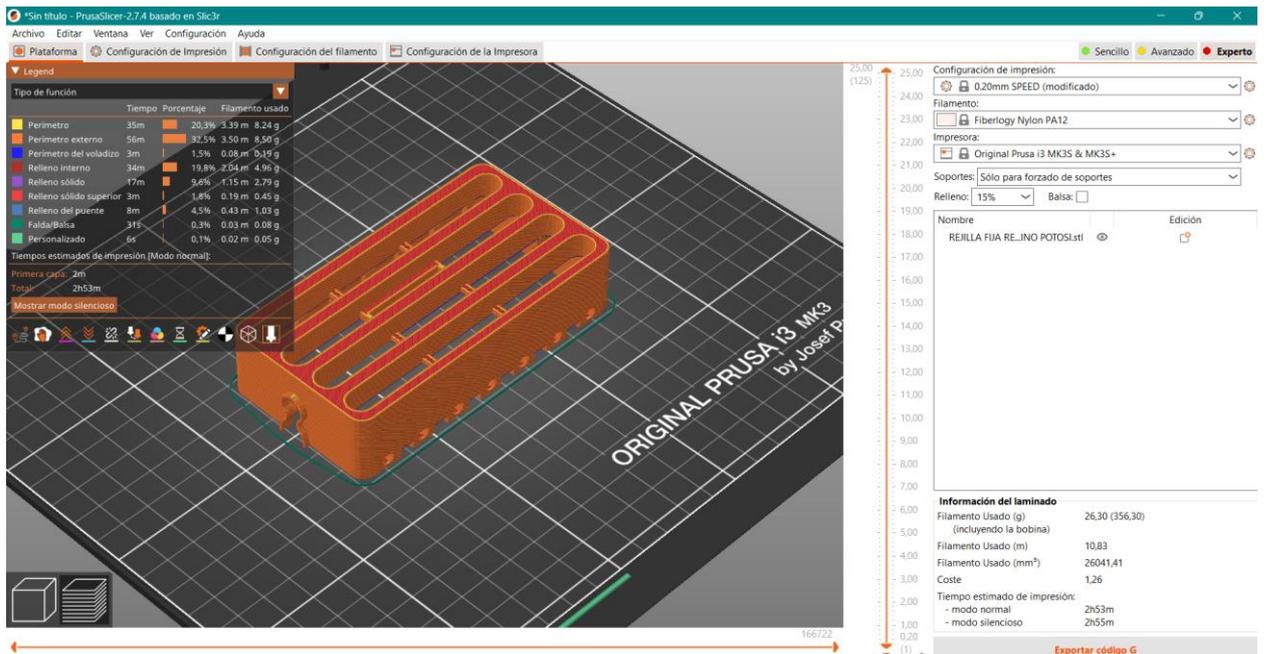
La carcasa superior es de 1 mm de espesor con una altura de capa de 0.2 mm. El espesor mínimo de la carcasa superior es 0.7 mm.  
La carcasa inferior es 0.8 mm más grueso para la altura de capa de 0.2 mm. El espesor mínimo de la carcasa inferior es 0.5 mm.

### Guías y tiempo impresión parte de la rejilla de ventilación

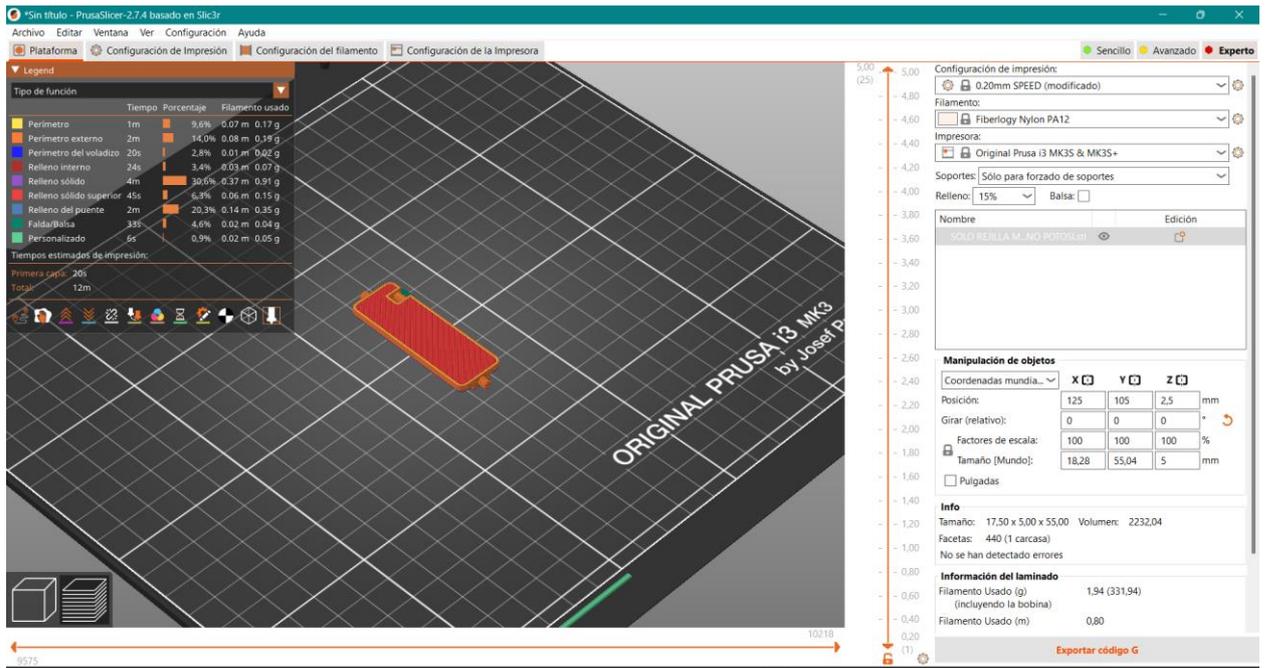


Anexo 10 Partes previo antes de la impresión

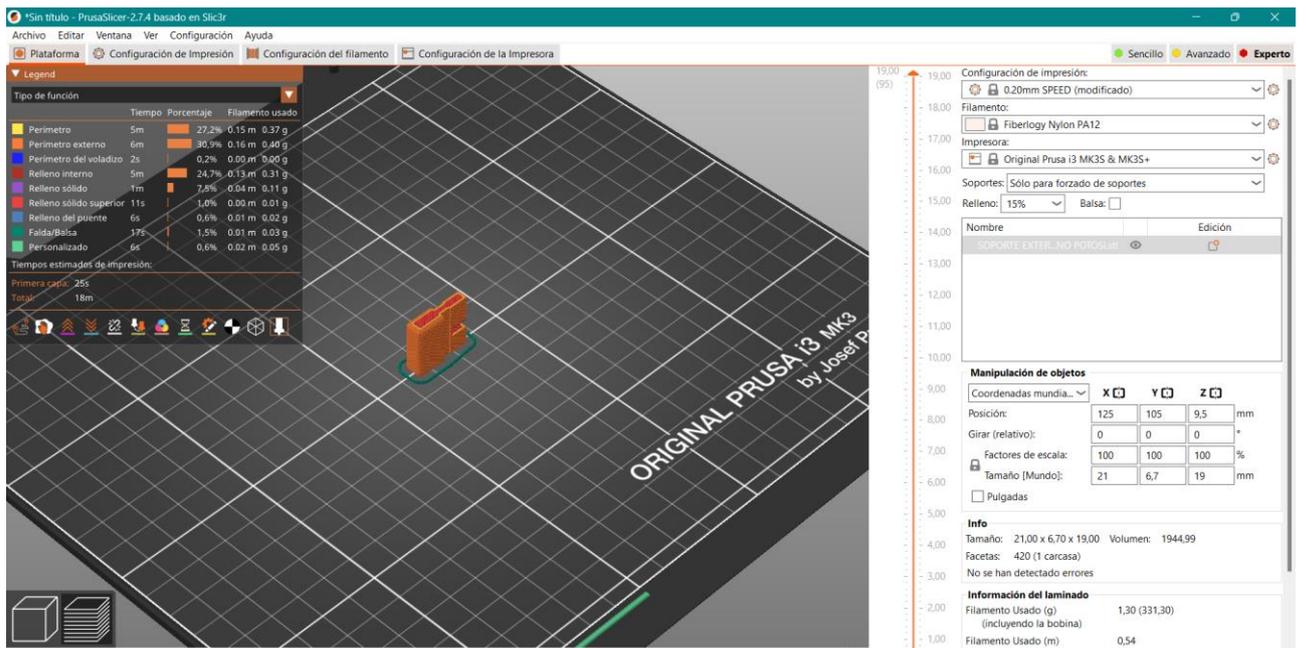
### Guía de rejillas



Pieza que conforma la rejilla de ventilación antes de su impresión



parámetros de impresión en seguro tapa fusibles



Guías de impresión de tapa cubos

PrusaSlicer-2.7.4 basado en Slic3r

Archivo Editar Ventana Ver Configuración Ayuda

Plataforma Configuración de Impresión Configuración del Filamento Configuración de la Impresora

Legenda

Tipo de función	Tiempo	Porcentaje	Filamento usado
Perímetro	14s	5,5%	0,01 m 0,03 g
Perímetro externo	59s	22,9%	0,03 m 0,08 g
Perímetro del voladizo	8s	3,1%	0,00 m 0,01 g
Relleno sólido	43s	16,7%	0,06 m 0,15 g
Relleno sólido superior	24s	9,2%	0,02 m 0,06 g
Relleno del puente	30s	11,5%	0,02 m 0,06 g
Falda/Balsa	30s	11,7%	0,01 m 0,03 g
Personalizado	6s	2,4%	0,02 m 0,05 g

Tiempos estimados de impresión:

Primera capa: 19s  
Total: 4m

ORIGINAL PRUSA i3 MK3 by Josef P

Laminado finalizado.

Configuración de Impresión:

0,20mm SPEED (modificado)

Filamento: Fiberlogy Nylon PA12

Impresora: Original Prusa i3 MK3S & MK3S+

Soportes: Sólo para forzado de soportes

Relleno: 15% Balsa:

Nombre: TAPA CUBOS.M3 Edición

Manipulación de objetos

Coordenadas mundial...

Posición: X 125 Y 105 Z 2,08 mm

Girar (relativo): 0 0 0 °

Factores de escala: 100 100 100 %

Tamaño (Mundo): 19,99 20,01 4,17 mm

Pulgadas

Info

Tamaño: 19,99 x 19,99 x 4,00 Volumen: 383,74

Facetas: 1216 (1 carcasa)

No se han detectado errores

Información del laminado

Filamento Usado (g): 0,47 (330,47)

Filamento Usado (m): 0,19

Exportar código G

Soportes tapa de fusibles

PrusaSlicer-2.7.4 basado en Slic3r

Archivo Editar Ventana Ver Configuración Ayuda

Plataforma Configuración de Impresión Configuración del Filamento Configuración de la Impresora

Legenda

Tipo de función	Tiempo	Porcentaje	Filamento usado
Perímetro	58m	16,1%	6,41 m 15,56 g
Perímetro externo	207m	35,2%	7,24 m 17,59 g
Perímetro del voladizo	3m	0,7%	0,07 m 0,18 g
Relleno interno	6m	1,7%	0,26 m 0,63 g
Relleno sólido	38m	10,5%	4,37 m 10,61 g
Relleno sólido superior	11m	2,9%	0,80 m 1,93 g
Relleno del puente	38m	7,6%	1,67 m 4,05 g
Falda/Balsa	40s	0,2%	0,04 m 0,10 g
Material de soporte	32m	8,8%	1,32 m 3,20 g
Interfaz del material de soporte	17m	4,6%	0,76 m 1,84 g
Personalizado	6s	0,6%	0,02 m 0,05 g

Tiempos estimados de impresión (Modo normal):

Primera capa: 19m  
Total: 6h1m

Mostrar modo silencioso

ORIGINAL PRUSA i3 MK3 by Josef P

Configuración de Impresión:

0,20mm SPEED (modificado)

Filamento: Fiberlogy Nylon PA12

Impresora: Original Prusa i3 MK3S & MK3S+

Soportes: En todos los sitios

Relleno: 15% Balsa:

Nombre: Tapa Cubos Final.DI Edición

Manipulación de objetos

Coordenadas mundial...

Posición: X 126,33 Y 146,27 Z 35,3 mm

Girar (relativo): 0 0 0 °

Factores de escala: 100 100 100 %

Tamaño (Mundo): 102 115,22 70,7 mm

Pulgadas

Info

Tamaño: 102,00 x 69,00 x 115,00 Volumen: 52305,94

Facetas: 9940 (1 carcasa)

No se han detectado errores

Información del laminado

Filamento Usado (g): 55,74 (385,74)

Filamento Usado (m): 22,95

Exportar código G