



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Documento Elaborado en el Marco del Servicio Social

**Autoproducción de Elementos Pedagógicos  
Impresos en Modelos 3D para el Aprendizaje en  
las Asignaturas:**

1778 Mecánica del Cuerpo Humano

1009 Biomecánica

**Clave del Proyecto PAPIME: PE110124**

**Responsable:**

Dr. Lázaro Morales Acosta

**Becario:**

Medellín Pérez Estefanía

*Semestre: 2026-1*



Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto PAPIME, clave PE110124, gracias al apoyo institucional y los recursos proporcionados.



# Índice

<b>1. Introducción: Manual de Uso para Meshmixer</b>	<b>4</b>
1.1. Alternativas al software Meshmixer . . . . .	4
1.1.1. Software Gratuito . . . . .	4
1.1.2. Software de Pago . . . . .	6
<b>2. Conceptos básicos de Meshmixer</b>	<b>7</b>
2.1. Meshmixer como software CAD . . . . .	7
2.2. Tipos de Formatos de Archivo 3D . . . . .	9
2.2.1. Naturaleza del STL . . . . .	10
2.2.2. STL en la impresión 3D . . . . .	10
<b>3. Herramientas del Software</b>	<b>10</b>
3.1. Importar Modelo . . . . .	10
3.2. Menú Edit (Editar) . . . . .	11
3.3. Operaciones Booleanas . . . . .	13
3.4. Sculpt (Esculpir) . . . . .	15
3.5. Analysis (Análisis) . . . . .	15
3.6. Select (Seleccionar) . . . . .	18
3.6.1. Otras Herramientas de Edición . . . . .	19
3.6.2. Menú Deform (Deformar) . . . . .	22
3.6.3. Menú Convert To (Convertir a) . . . . .	23
3.6.4. Menú Modify (Modificar) . . . . .	23
<b>4. Trabajar un Modelo .STL – Flujo de Trabajo Básico</b>	<b>25</b>
4.1. Importar el Modelo . . . . .	25
4.2. Colocar y Orientar (Transform/Align) . . . . .	25
4.3. Verificar y Reparar Imperfecciones (Analysis > Inspector) . . . . .	26
4.4. Suavizar la Superficie y Mejorar el Modelo (Sculpt > Smooth o Deform > Smooth o Edit > Transform) . . . . .	26
4.5. Convertir a Sólido (Edit > Make Solid) . . . . .	27
4.6. Exportar el Modelo Reparado . . . . .	28
4.6.1. Elegir Formato de Exportación . . . . .	29
<b>5. Bibliografía</b>	<b>30</b>

# 1. Introducción: Manual de Uso para Meshmixer

Este manual fue elaborado dentro del marco del servicio social, con el objetivo de proporcionar una guía clara y de fácil acceso a cualquier persona con el deseo de aprender o reforzar sus conocimientos dentro del programa Meshmixer.

Se pretende que el usuario tenga una curva de aprendizaje más rápida y pueda optimizar su tiempo de trabajo; dentro de este documento se pretende otorgar una guía clara y accesible para el modelado y edición de geometrías tridimensionales, incluyendo las funciones principales, comandos, atajos de teclado y aplicaciones prácticas.

Ya que la impresión 3D está cada vez más al alcance de las personas, se propone a Meshmixer como una de las herramientas más versátiles y accesibles para trabajar con las mallas y modelos 3D. Meshmixer ofrece múltiples funciones para la manipulación de mallas y la preparación de archivos para su impresión 3D; convirtiéndolo, así, en un recurso práctico tanto para principiantes como para usuarios avanzados.

## 1.1. Alternativas al software Meshmixer

### 1.1.1. Software Gratuito

- Blender:
  - Tipo: Código abierto (open source).
  - Usos: Modelado 3D, escultura digital, animación, simulación, renderizado, composición, edición de video, y preparación para impresión 3D.
  - Ventajas: Extremadamente potente y versátil, con una comunidad activa y numerosos tutoriales. Compatible con una amplia gama de formatos de archivo.
  - Ideal para: Usuarios intermedios y avanzados, artistas digitales, diseñadores y animadores.
  - Información Adicional: Blender incluye un conjunto completo de herramientas para escultura de alta resolución, similar a ZBrush, pero con una curva de aprendizaje más pronunciada. Es ideal para proyectos que requieren tanto modelado orgánico como técnico.

## ■ FreeCAD

- Tipo: Código abierto, CAD paramétrico.
- Usos: Diseño mecánico, ingeniería, arquitectura y diseño de piezas para impresión 3D.
- Ventajas: Permite el diseño paramétrico (las dimensiones y formas se pueden ajustar basándose en parámetros), es gratuito y compatible con formatos estándar de la industria como STEP, IGES y STL.
- Ideal para: Ingenieros, diseñadores técnicos y aficionados a la impresión 3D que necesitan precisión dimensional.
- Información Adicional: FreeCAD es excelente para crear piezas desde cero con medidas exactas, pero es menos eficiente para editar o reparar mallas orgánicas complejas importadas de otros programas.

## ■ PrusaSlicer

- Tipo: Gratuito.
- Usos: Preparación de archivos para impresión 3D (slicing o corte en capas), generación de soportes, y reparación básica de mallas.
- Ventajas: Desarrollado específicamente para impresión FDM/FFF, es in-

tuitivo, ofrece modos avanzados para expertos y se actualiza constantemente. Excelente para calibrar y obtener la máxima calidad de impresión en impresoras Prusa y de otras marcas.

- Ideal para: Cualquier usuario de impresión 3D FDM, desde principiantes hasta expertos.
- Información Adicional: Aunque su fuerte no es el modelado, sus herramientas de reparación de mallas (como el "Arreglar mediante cortes" la Reducción de artefactos") son muy efectivas para solucionar problemas comunes en archivos STL.

## ■ MeshLab

- Tipo: Código abierto.
- Usos: Procesamiento, limpieza, análisis y simplificación de mallas 3D, especialmente aquellas provenientes de escaneos 3D.
- Ventajas: Ligero, especializado en la gestión de nubes de puntos y mallas de alta densidad. Ofrece filtros avanzados para eliminar ruido, cerrar agujeros, remallar y simplificar geometría.
- Ideal para: Profesionales que trabajan con escaneos 3D, arqueología, preservación del patrimonio, ingeniería inversa y preparación de modelos para su impresión.



- Información Adicional: MeshLab es la herramienta preferida para "limpiar" modelos escaneados que suelen venir con millones de polígonos, ruido y defectos, preparándolos para su uso en otros softwares o para impresión.

### 1.1.2. Software de Pago

#### ■ ZBrush

- Tipo: Software de pago (Pixologic/Maxon).
- Usos: Escultura digital de alta resolución, creación de personajes, criaturas y assets detallados para videojuegos, cine y VFX.
- Ventajas: Considerado el estándar de la industria para el esculpido digital. Ofrece un control sin precedentes sobre el detalle con herramientas como DynaMesh, ZRemesher y un sistema de pinceles avanzado.
- Ideal para: Artistas digitales profesionales, estudios de videojuegos y efectos visuales.
- Información Adicional: ZBrush utiliza una tecnología propia que permite trabajar con decenas de millones de polígonos en tiempo real, algo que otros softwares no pueden manejar con la misma fluidez. Su integración con otros softwares de pipeline como Maya

o Blender es esencial en producciones profesionales.

#### ■ Netfabb (Autodesk)

- Tipo: De pago (versión estándar y premium), con una versión gratuita básica.
- Usos: Reparación, análisis, optimización y corte de modelos 3D para impresión.
- Ventajas: Herramientas de reparación automática y manual muy robustas, análisis de grosor de pared, generación de soportes avanzados y capacidades de corte para impresión en múltiples partes. Parte del ecosistema Autodesk.
- Ideal para: Impresión 3D industrial, ingeniería y fabricación aditiva profesional.
- Información Adicional: Netfabb va más allá de la reparación básica; permite simular procesos de impresión metalúrgica (DMLS, SLM) para detectar tensiones y deformaciones antes de imprimir, ahorrando costosos errores.

#### ■ Magics (Materialise)

- Tipo: Software industrial de muy alto costo.
- Usos: Preparación y gestión de archivos para manufactura aditiva (impresión 3D) profesional.

- Ventajas: Es el software más potente del mercado para la reparación y edición de mallas STL. Ofrece control total sobre el proceso de preparación, soporte para formatos industriales, y herramientas específicas para sectores como el médico (planificación quirúrgica) y aeroespacial.
  - Ideal para: Empresas e industrias que utilizan la impresión 3D para producción final y prototipos funcionales de alta gama.
  - Información Adicional: Magics es often considerado el "estándar de oro" en la industria. Su capacidad para manejar archivos enormes y realizar booleanas complejas de manera estable es incomparable.
- Fusion 360 (Autodesk)
    - Tipo: Licencia de pago (con licencia gratuita para startups, aficionados y educación).
- Usos: Diseño CAD paramétrico, modelado orgánico (T-Splines), CAM (fabricación asistida por computadora), CAE (análisis de elementos finitos) e impresión 3D.
  - Ventajas: Combina el diseño mecánico preciso con herramientas de modelado libre y capacidades de fabricación en una sola plataforma en la nube.
  - Ideal para: Ingenieros, diseñadores de productos y fabricantes que necesitan un flujo de trabajo integrado desde el diseño hasta la fabricación (incluyendo impresión 3D y mecanizado CNC).
  - Información Adicional: Fusion 360 es excelente para crear modelos "nativos" perfectos para imprimir. Su espacio de trabajo "Sculpt" permite un modelado orgánico, mientras que el espacio "Model" se encarga del diseño paramétrico preciso.

## 2. Conceptos básicos de Meshmixer

### 2.1. Meshmixer como software CAD

Meshmixer es un programa gratuito desarrollado originalmente por Autodesk Inc. Aunque no es un software CAD en el sentido estricto, puede utilizarse de manera complementaria a este tipo de programas, ya que comparte algunas funciones básicas de modelado y edición tridimensional.

La principal diferencia con un software CAD tradicional radica en que Meshmixer no emplea geometría paramétrica ni un historial de operaciones, sino que trabaja directamente con mallas trian-

guladas. Esto significa que, a diferencia de programas como AutoCAD, Fusion 360 o SolidWorks, no permite diseñar piezas con tolerancias exactas ni un control técnico milimétrico. En su lugar, se centra en tareas como la escultura digital, reparación de modelos y preparación de archivos para impresión 3D, lo que lo convierte en una herramienta rápida y ligera frente al diseño técnico de ingeniería.

El programa fue lanzado con el propósito de facilitar el manejo y la limpieza de modelos tridimensionales, ofreciendo una interfaz intuitiva y accesible. Entre sus usos más comunes se encuentran el ajuste de la orientación de piezas, la optimización para impresión, la reparación de geometrías defectuosas, el análisis de grosor o estabilidad, y la creación de estructuras de soporte. También admite múltiples formatos de entrada y salida (STL, OBJ, PLY, AMF, VRML, entre otros), lo que permite trabajar de forma flexible en combinación con otros programas.

Según Autodesk (2025) Meshmixer permite realizar:

- Mezcla de mallas mediante arrastrar y soltar
- Esculpido 3D y estampado de superficies
- Conversión robusta a sólido para impresión 3D
- Patrones y estructuras de celosía 3D
- Huecos (con orificios de escape)
- Estructuras de soporte ramificadas para impresión 3D
- Optimización automática de la orientación de la cama de impresión, disposición y empaquetado
- Herramientas avanzadas de selección, incluyendo pincelado, lazo de superficie y restricciones
- Remallado y simplificación/reducción de mallas
- Suavizado de mallas y deformaciones de forma libre
- Relleno de huecos, puentes, cierre de bordes y reparación automática
- Cortes planos, espejado y operaciones booleanas
- Extrusiones, superficies desplazadas y proyección sobre superficie objetivo
- Tubos y canales interiores
- Posicionamiento 3D preciso con pivotes
- Alineación automática de superficies
- Mediciones 3D
- Análisis de estabilidad y grosor



## 2.2. Tipos de Formatos de Archivo 3D

- STL (Stereolithography): El formato más común en impresión 3D. Representa la superficie de un objeto mediante una malla de triángulos. Solo contiene información geométrica (vértices y caras), sin color, textura o materiales.
- OBJ (Wavefront): Un formato más avanzado que puede almacenar geometría, coordenadas de textura (UV maps), normales y materiales. Muy usado en modelado 3D y animación.
- PLY (Polygon File Format): Frecuentemente utilizado en escaneos 3D. Puede incluir propiedades como color y transparencia para cada vértice.
- AMF (Additive Manufacturing File Format): Un sucesor moderno del STL. Soporta color, materiales múltiples, gradientes de material y texturas, además de geometría más eficiente.
- 3MF (3D Manufacturing Format): Un estándar moderno creado por un consorcio de empresas para la impresión 3D. Intenta reemplazar al STL empaquetando toda la información del modelo (geometría, materiales, color, metadatos) en un único archivo comprimido (ZIP).
- DAE (COLLADA - Digital Asset Exchange): Un formato de intercambio de assets digitales basado en XML, usado en aplicaciones de modelado 3D interactivo. Puede ser menos eficiente para impresión 3D.

El formato STL (Stereolithography o Standard Tessellation/Triangle Language) será el que se manejará a lo largo de este manual, debido a su facilidad de uso, amplia compatibilidad y versatilidad con distintos programas de modelado y softwares de impresión 3D.

Aunque originalmente fue concebido para la tecnología de estereolitografía, con el tiempo se consolidó como un estándar en la manufactura aditiva, convirtiéndose en el formato universal para la preparación de modelos destinados a impresión 3D.

Este tipo de archivo permite representar modelos tridimensionales de manera sencilla mediante una malla de triángulos que describe únicamente la superficie del objeto, sin almacenar información compleja como colores, texturas, materiales o parámetros de diseño paramétrico.

### 2.2.1. Naturaleza del STL

Un archivo STL define la geometría de la superficie de un objeto 3D a través de una teselación triangular:

- Más triángulos → mayor resolución y detalle, pero también mayor peso del archivo.
- Menos triángulos → archivo más ligero, aunque con superficies menos precisas y facetadas.

Es importante destacar que el STL no describe un sólido volumétrico en el sentido de los programas CAD, sino que funciona como una “cáscara” tridimensional del modelo.

### 2.2.2. STL en la impresión 3D

Gracias a su simplicidad, el STL se ha convertido en el “lenguaje universal” de las impresoras 3D. El software de corte (slicer) interpreta esta malla triangular para generar las instrucciones G-code, que controlan los movimientos de la impresora capa por capa. De esta manera, el STL es un formato esencial en la transición del diseño digital a la fabricación física, siendo el punto intermedio entre el modelado 3D y la producción mediante impresión.

## 3. Herramientas del Software

### 3.1. Importar Modelo

Meshmixer puede importar directamente formatos como STL, OBJ, PLY, AMF y 3MF. Su formato nativo es .MIX, que guarda toda la escena, incluyendo objetos múltiples, ediciones e historial.

No puede abrir formatos nativos de CAD (como .STEP, .IGES, .SLDPRT) o de otros softwares de modelado (como .BLEND o .FBX). Estos archivos deben ser exportados primero a STL u OBJ desde su software original.

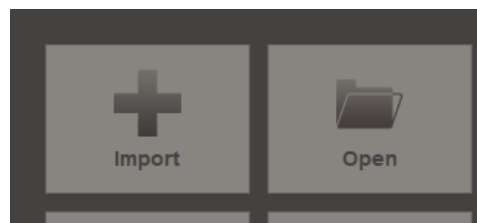


Figura 1: Botón para importar o abrir archivo .mix

### 3.2. Menú Edit (Editar)

- Transform: Permite mover, rotar y escalar el modelo de forma manual o ingresando valores numéricos precisos. La opción "Uniform Scaling" mantiene las proporciones del objeto.

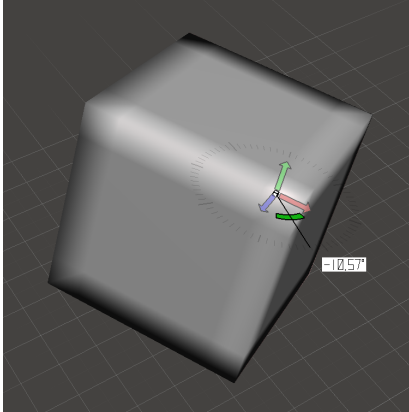


Figura 2: Rotación

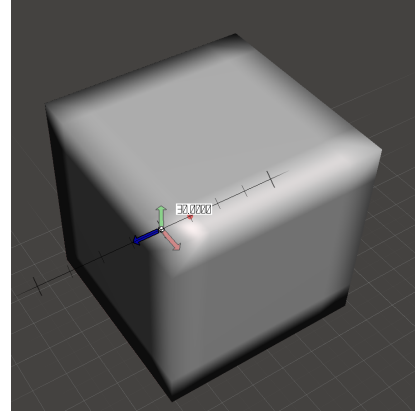


Figura 3: Traslación

- Align (Alinear): Herramienta esencial para orientar el modelo correctamente para la impresión. Permite alinear una parte específica del modelo (origen) con un destino (ej. el plano de la plataforma de impresión o un eje mundial).

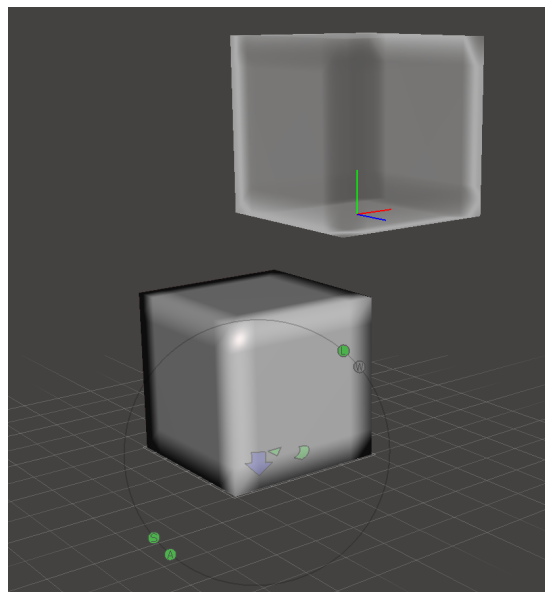


Figura 4: Alinear

- **Make Solid (Convertir en Sólido):** Una de las herramientas más potentes. Convierte una malla (que puede ser abierta o con errores) en una malla cerrada y manifiesta (watertight) lista para imprimir. Permite ajustar la resolución y dureza del resultado.

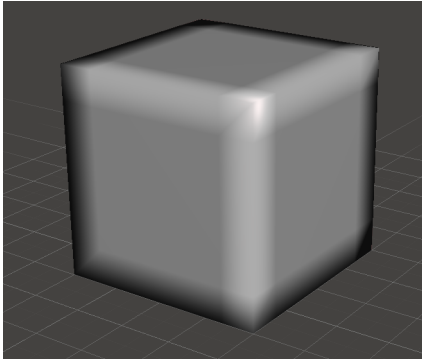


Figura 5: Malla

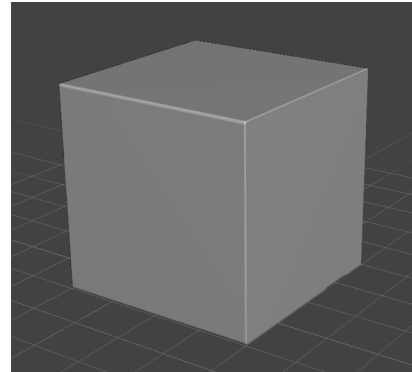


Figura 6: Cuerpo Sólido

- **Separate Shells (Separar Caparazones):** Si un archivo STL contiene múltiples mallas que no están conectadas (unidas por operaciones booleanas), esta herramienta las separa en objetos individuales para editarlos por separado. (Solo para modelos con múltiples objetos).

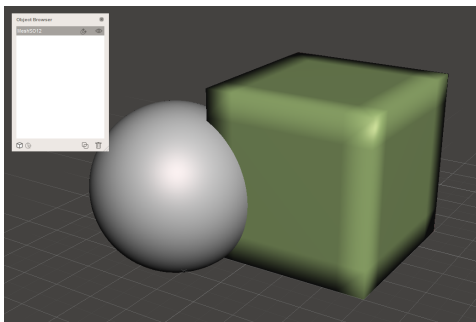


Figura 7: Objetos Unidos

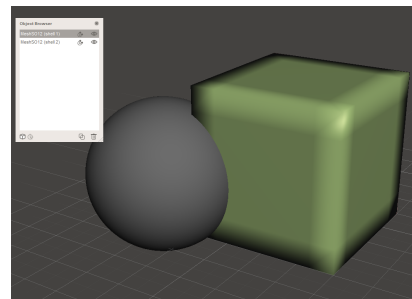


Figura 8: Objeto 1

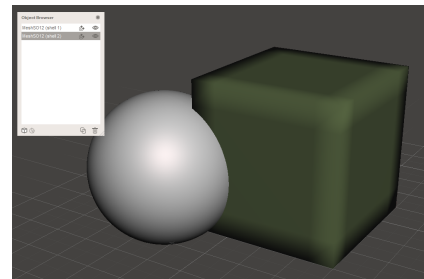


Figura 9: Objeto 2

- Plane Cut (Corte con Plano): Corta el modelo usando un plano virtual. Puede descartar una parte, mantener ambas, y tiene opciones para cerrar automáticamente el agujero resultante con una superficie plana o curvada.

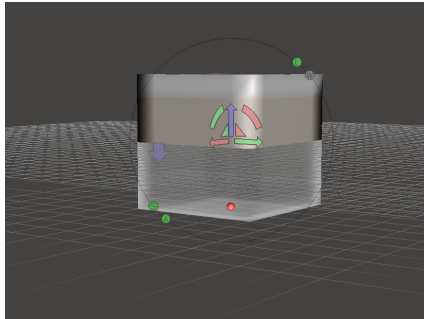


Figura 10: Ubicar plano de Corte

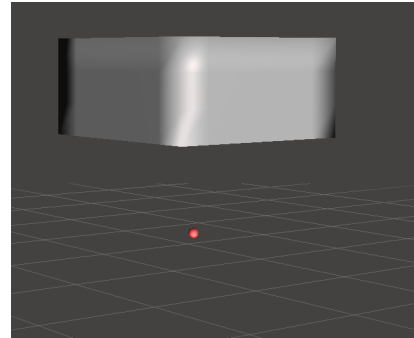


Figura 11: Corte Hecho

### 3.3. Operaciones Booleanas

- Combine: Agrupa varios objetos en uno solo sin fusionar su geometría. Si se intersectan, seguirán existiendo internamente como volúmenes separados. No es ideal para impresión.

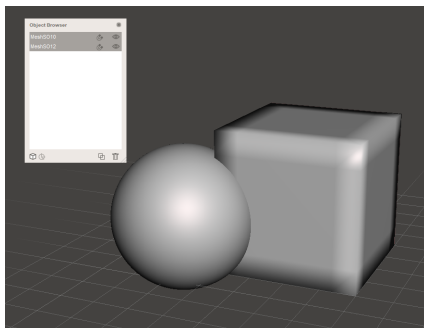


Figura 12: Objetos Seleccionados

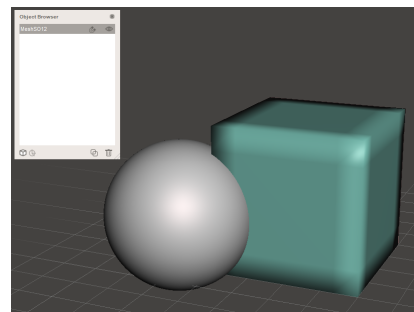


Figura 13: Objetos Unidos

- Boolean Union (Unión Booleana): Fusiona dos o más objetos en un solo volumen sólido. Elimina la geometría interior donde se intersecan, creando una pieza continua.

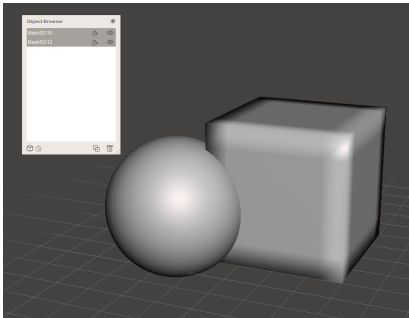


Figura 14: Objetos Seleccionados

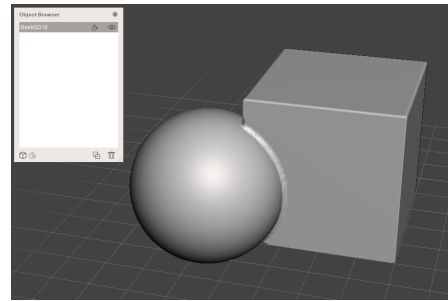


Figura 15: Objetos Unidos

- Boolean Difference (Diferencia Booleana): Sustrae el volumen de un objeto (herramienta) de otro (objetivo). Es como esculpir o taladrar.

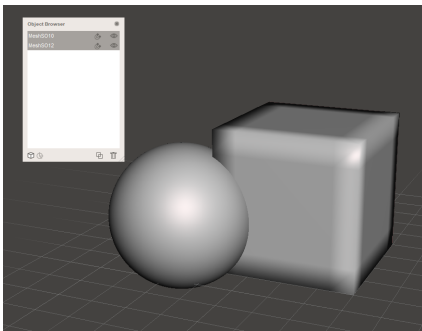


Figura 16: Objetos Seleccionados

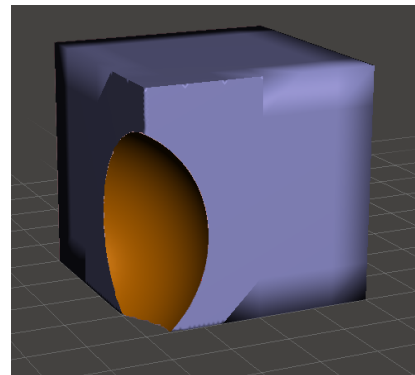


Figura 17: Diferencia Hecha

Figura 18: El resultado dependerá de que elemento fue seleccionado primero y cual después.

- Boolean Intersection (Intersección Booleana): Mantiene solo el volumen donde los objetos se superponen. Todo lo demás se descarta.

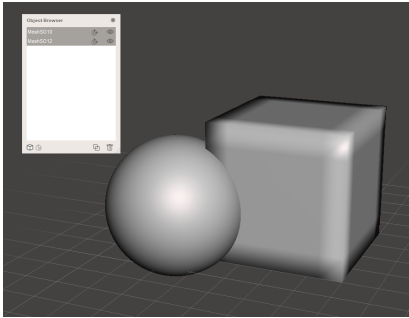


Figura 19: Objetos Seleccionados

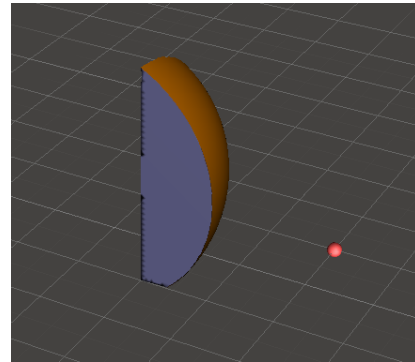


Figura 20: Intersección Hecha

### 3.4. Sculpt (Esculpir)

Herramientas para deformar la superficie del modelo como si fuera arcilla digital.

#### 1. Brushes (Pinceles):

- Inflate (inflar): Engorda zonas localizadas.
- Flatten (aplanar): Aplana la geometría bajo el pincel.
- Drag/Grab/Move (arrastrar): Arrastra partes del modelo como si fuera arcilla.
- Pinch (pellizcar/afilar): Marca líneas o arrugas, útil para detalles.
- Draw/Draw Sharp (dibujar/add volume): Añade volumen dibujando sobre la superficie.
- Smooth (suavizar): Sueviza la superficie.
- RobustSmooth / BubbleSmooth (Suavizado Robusto/ Suavizado Burbuja): Variaciones de suavizado avanzado.

- #### 2. Configuración:
- Se puede ajustar el tamaño, fuerza y forma del pincel para un control detallado.

### 3.5. Analysis (Análisis)

Conjunto de herramientas para diagnosticar y preparar el modelo para impresión.

- Inspector: Detecta y corrige agujeros, bordes abiertos y errores de malla automáticamente. Permite repararlos con un clic.

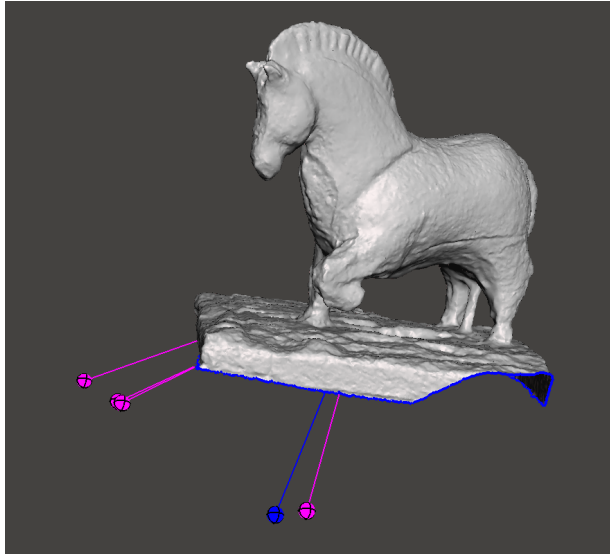


Figura 21: Errores Detectados

- Units/Dimensions (Unidades/Dimensiones): Permite escalar el modelo o ajustar sus unidades de medida (mm, pulgadas).

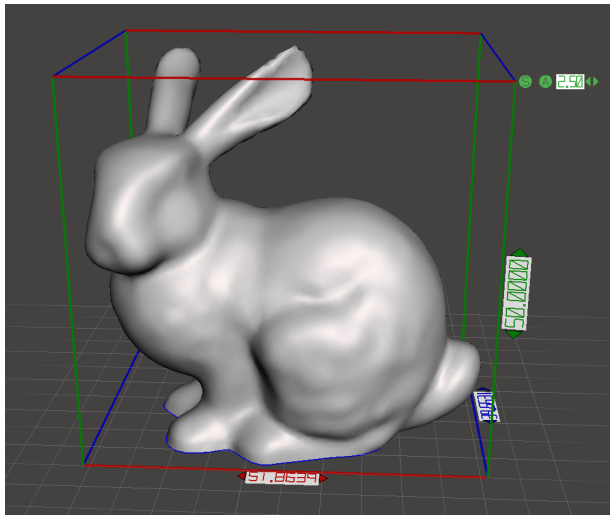


Figura 22: Unidades del Modelo

- Thickness (Grosor): Analiza el espesor de las paredes del modelo. Crucial para impresión en resina (SLA/DLP) donde las paredes demasiado delgadas pueden fallar.

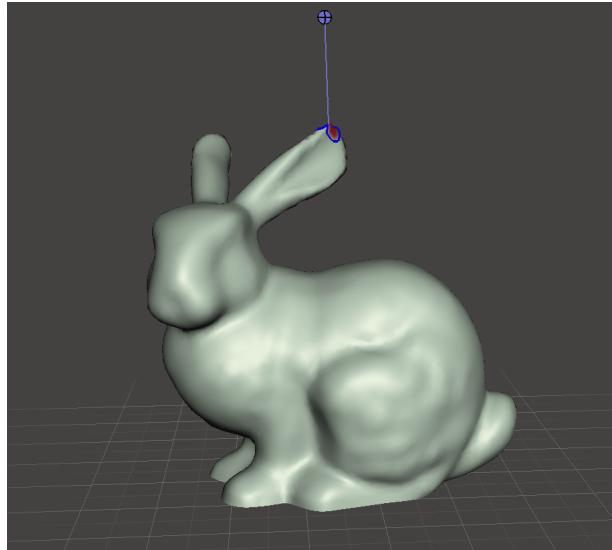


Figura 23: Pared Delgada Detectada

- Stability (Estabilidad): Comprueba el centro de gravedad del modelo para ver si se volteará durante la impresión. Ayuda a determinar la orientación óptima.

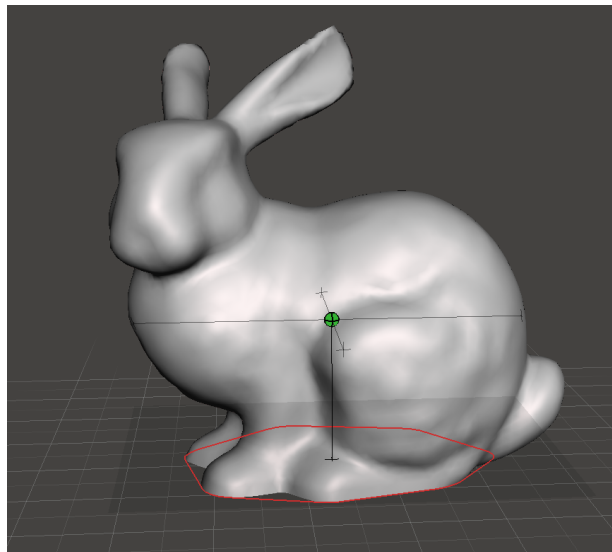


Figura 24: Estabilidad

- Mesh Query (Consulta de Malla): Proporciona información técnica detallada: número de vértices, caras, si la malla es cerrada, etc.

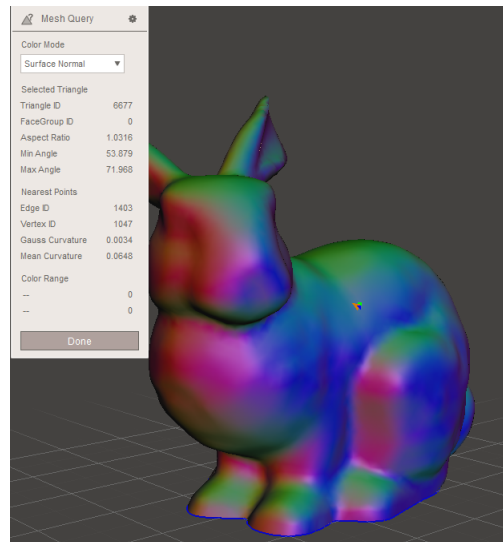


Figura 25: Información Desplegada

### 3.6. Select (Seleccionar)

Permite seleccionar regiones específicas del modelo para aplicar ediciones localizadas. Ctrl + A selecciona toda la pieza.

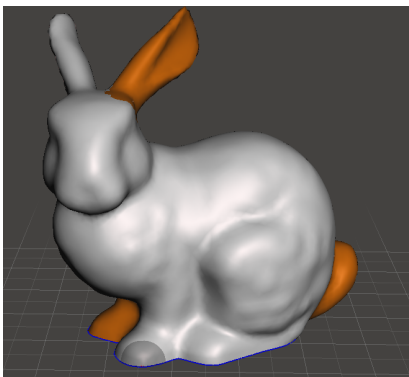


Figura 26: Selección Personalizada

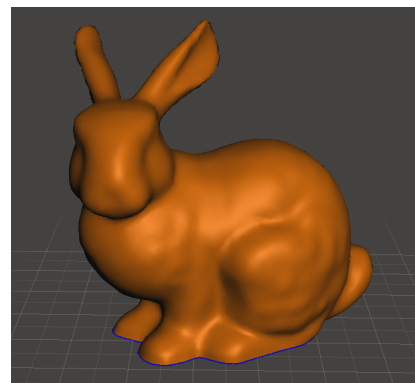


Figura 27: Ctrl + A

### 3.6.1. Otras Herramientas de Edición

Se puede acceder a él tras usar el comando Ctrl + A.

- a) Erase & Fill (Borrar y Rellenar): Elimina la selección y cierra el hueco con una superficie parcheada suave.

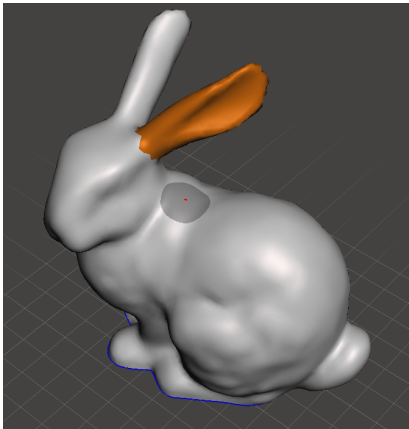


Figura 28: Objetos Seleccionados

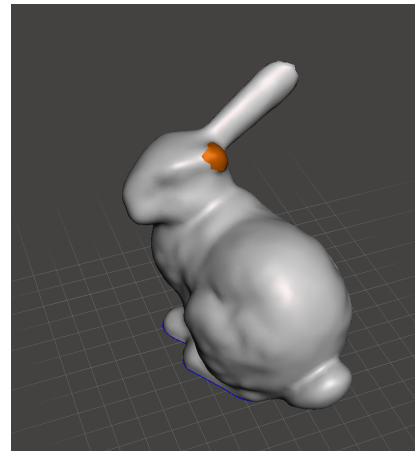


Figura 29: Borrado y Rellenado

- Discard (Descartar): Elimina la selección sin rellenar, dejando un agujero abierto.

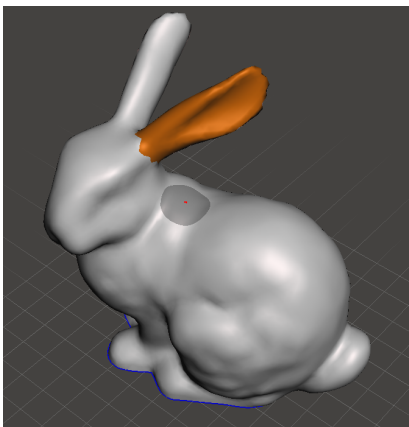


Figura 30: Objetos Seleccionados

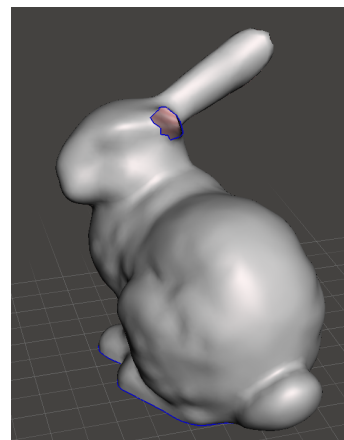


Figura 31: Descarte

- Remesh (Remallar): Reconstruye la topología de la malla, uniformizando el tamaño de los triángulos. Útil para simplificar modelos muy pesados o mejorar mallas desordenadas.

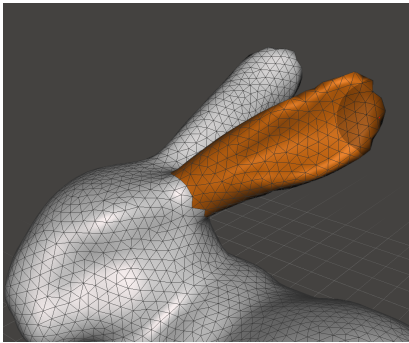


Figura 32: Objetos Seleccionados

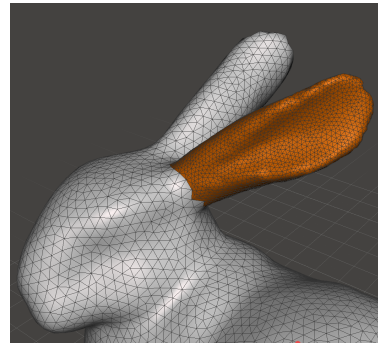


Figura 33: Malla Fina

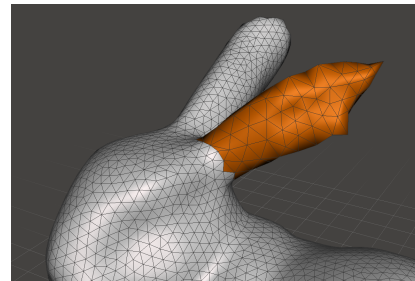


Figura 34: Malla Simplificada

- Extrude (Extruir): Empuja la selección hacia afuera o hacia adentro, creando nuevo volumen.

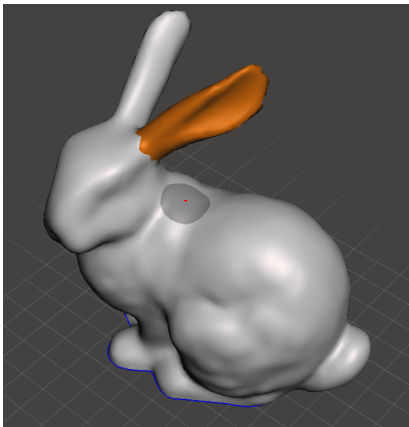


Figura 35: Objetos Seleccionados

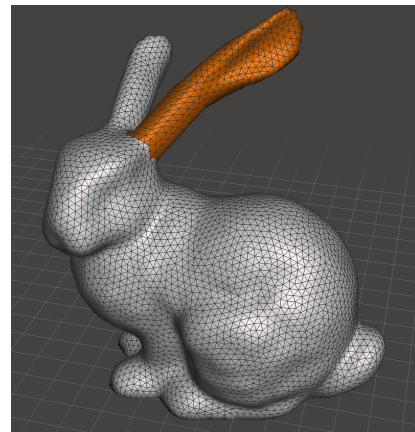


Figura 36: Extruir

- Extract (Extraer): Crea un nuevo objeto a partir de la selección, añadiéndole un grosor definido (como una cáscara).

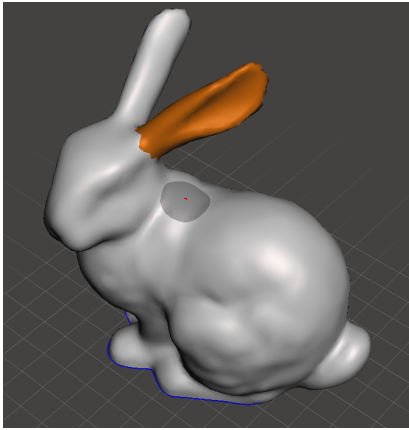


Figura 37: Objetos Seleccionados

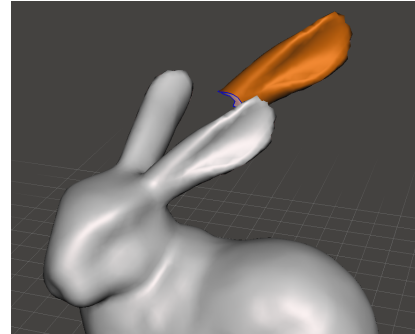


Figura 38: Extraer

- Offset (Desplazar): Genera una copia de la selección agrandada o encogida de manera uniforme.

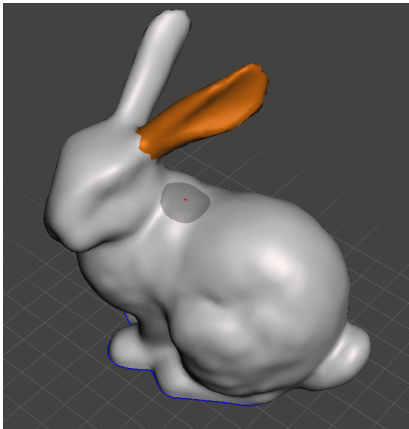


Figura 39: Objetos Seleccionados

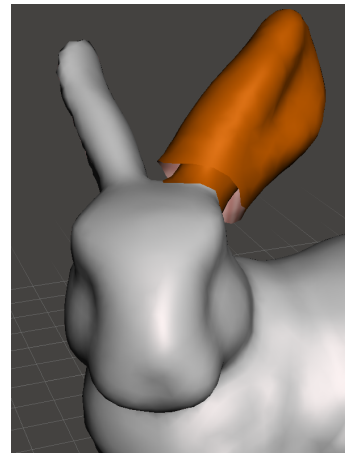


Figura 40: Desplazar

- Separate (Separar): Convierte la selección en un nuevo objeto independiente.

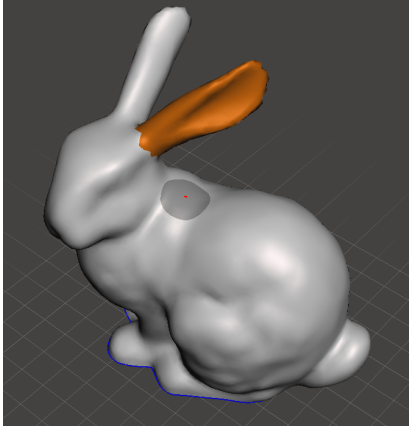


Figura 41: Objetos Seleccionados

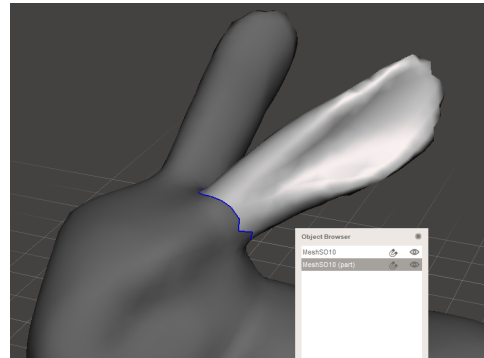


Figura 42: Separar

- Flip Normals (Voltear Normales): Invierte la dirección de las caras de la malla. Las caras con normales invertidas pueden causar problemas en el software de corte.

### 3.6.2. Menú Deform (Deformar)

Se puede acceder a él tras usar el comando Ctrl + A.

- Soft Transform (Transformación Suave): Mueve una selección deformando gradualmente la geometría circundante, manteniendo una transición suave.

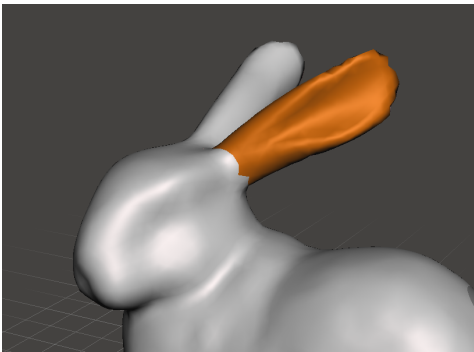


Figura 43: Objetos Seleccionados

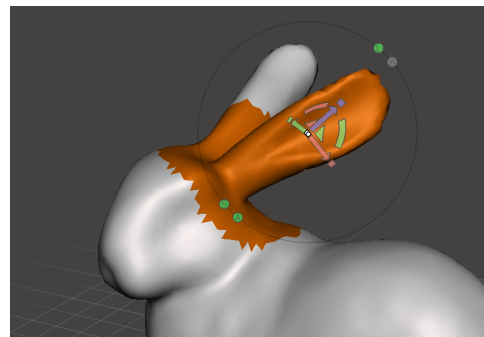


Figura 44: Deformado Suave

- Smooth (Suavizar): Reduce las irregularidades y asperezas de la superficie.

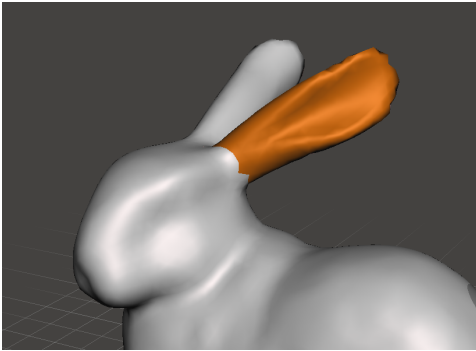


Figura 45: Objetos Seleccionados

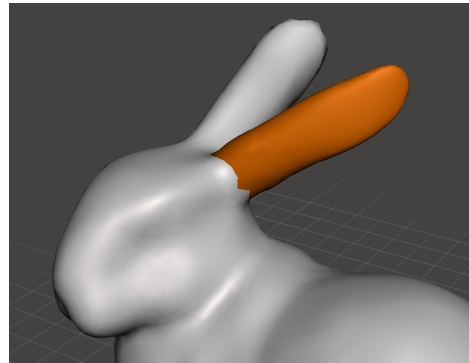


Figura 46: Deformado Suave

- Warp (Deformar): Dobla y tuerce el modelo de forma libre.
- Transform (en Deform): Similar a la herramienta principal, pero a menudo con opciones para mantener la conectividad.

### 3.6.3. Menú Convert To (Convertir a)

Se puede acceder a él tras usar el comando Ctrl + A.

- Convert to Solid Part: Crea una versión sólida y limpia del objeto.
- Convert to Open Part: Descompone el objeto en superficies editables por separado.
- Convert to Stamp: Convierte la selección en un sello o relieve que se puede aplicar sobre otra superficie.

### 3.6.4. Menú Modify (Modificar)

Se puede acceder a él tras usar el comando Ctrl + A.

- Select All (Ctrl + A): Selecciona todo el modelo 3D, incluyendo todas las caras de la malla.
- Select Visible: Selecciona únicamente las caras visibles desde la cámara, ignorando las que están ocultas detrás.
- Expand Ring: Expande la selección siguiendo el anillo de caras alrededor del área ya seleccionada.



- Contract Ring: Reduce la selección siguiendo el mismo patrón de anillo, quitando una franja de caras.
- Expand to Connected (E): Amplía la selección a toda la malla conectada topológicamente. Muy útil si hay varias piezas separadas en un mismo archivo.
- Expand to Groups (G): Expande la selección a todo el grupo de caras al que pertenecen las seleccionadas (por ejemplo, un Face Group).
- Invert (I): Invierte la selección: lo que estaba seleccionado se deselecciona y lo que no, se selecciona.
- Invert (Connected) (Shift + I): Igual que el anterior, pero solo aplica a la malla conectada.
- Optimize Boundary (O): Suaviza y reorganiza los bordes de la selección para que sean más uniformes.
- Smooth Boundary (B): Suaviza la frontera entre lo seleccionado y lo no seleccionado, eliminando irregularidades en la transición.
- Create FaceGroup (Ctrl + G): Crea un grupo de caras (Face Group) a partir de la selección, lo que facilita aislar o trabajar solo en esa parte después.
- Clear FaceGroup (Ctrl + Shift + G): Elimina el Face Group de la selección, devolviendo esas caras a un grupo general sin clasificación.

## 4. Trabajar un Modelo .STL – Flujo de Trabajo Básico

### 4.1. Importar el Modelo

Abre el archivo STL (u otro compatible) mediante File > Import o arrastrándolo a la ventana de Meshmixer.

Recuerda que el Software está limitado a los siguientes formatos: (STL, OBJ, PLY, AMF, 3MF, MIX). Si exportaste tu modelo desde algún Software CAD asegúrate de que esté en alguno de estos formatos.

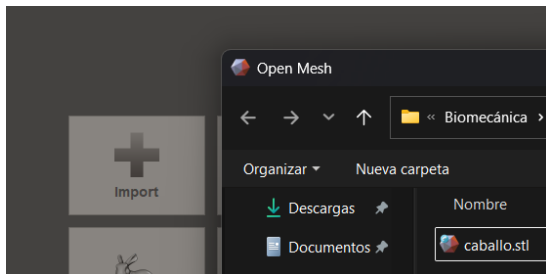


Figura 47: Selecciona el Archivo STL

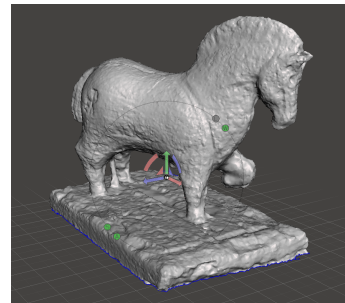


Figura 48: Modelo Importado

### 4.2. Colocar y Orientar (Transform/Align)

Usa Transform para mover, rotar y escalar el modelo a su tamaño final. Utiliza Align para asegurarte de que esté plano sobre la plataforma de impresión (ej., alinear la base más plana con el plano XY).

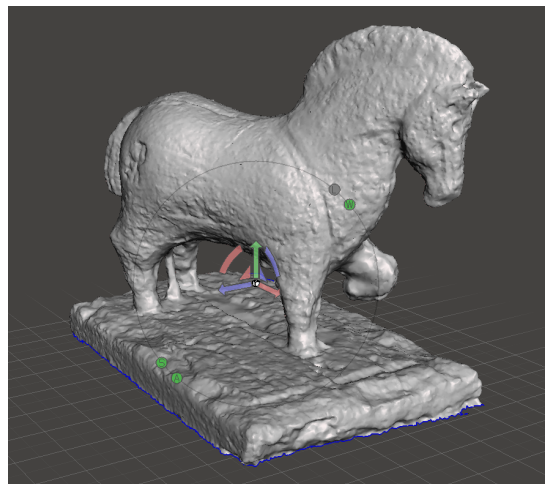


Figura 49: Modelo Orientado

### 4.3. Verificar y Reparar Imperfecciones (Analysis > Inspector)

Ejecuta el Inspector para encontrar y reparar automáticamente agujeros, caras invertidas y bordes colgantes. Esta es la etapa más crucial para garantizar una impresión exitosa.

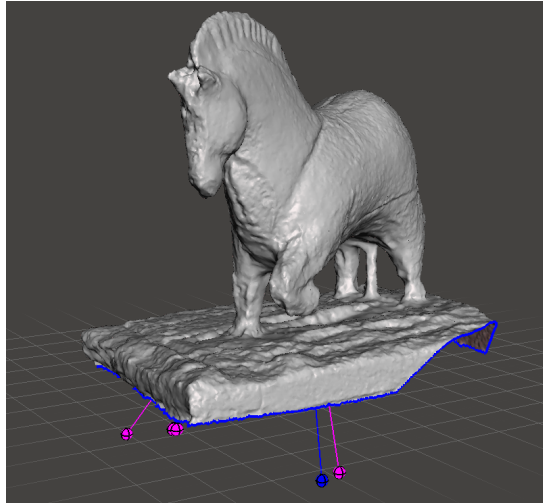


Figura 50: Errores Detectados en la Malla

### 4.4. Suavizar la Superficie y Mejorar el Modelo (Sculpt > Smooth o Deform > Smooth o Edit > Transform)

Si el modelo tiene un aspecto pixelado o con escalones (low-poly), usa el pincel "Smooth" para suavizar la geometría de manera uniforme. Si es necesario agrega objetos extra para completar alguna geometría, une las partes, si es necesario conviértelo a sólido, a veces es más fácil trabajar un modelo sólido.

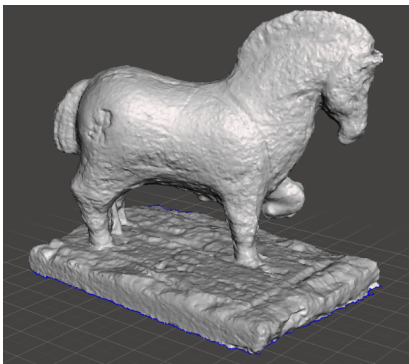


Figura 51: Modelo Original



Figura 52: Modelo Suavisado



Figura 53: Modelo Mejorado



Figura 54: Modelo unido

En este caso, la geometría de la base estaba deformada, así que se decidió reemplazar por una nueva.

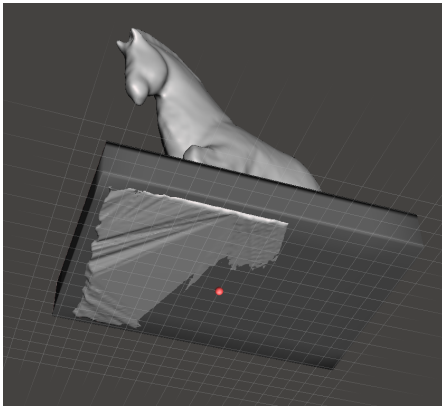


Figura 55: Base Reemplazada

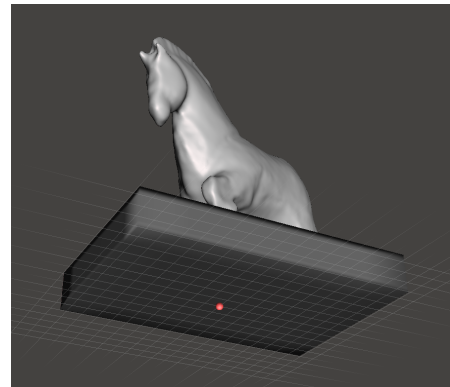


Figura 56: Modelo Cortado

#### 4.5. Convertir a Sólido (Edit > Make Solid)

Esta herramienta es excelente para crear una malla limpia, uniforme y lista para imprimir. Ajusta la resolución según sea necesario: un valor más alto preserva más detalles, uno más bajo simplifica el modelo.



Figura 57: Modelo Final

#### 4.6. Exportar el Modelo Reparado

Una vez que el modelo está limpio y orientado, expórtalo a STL o 3MF mediante File > Export. Este nuevo archivo estará listo para ser abierto en tu software de corte (slicer) favorito.

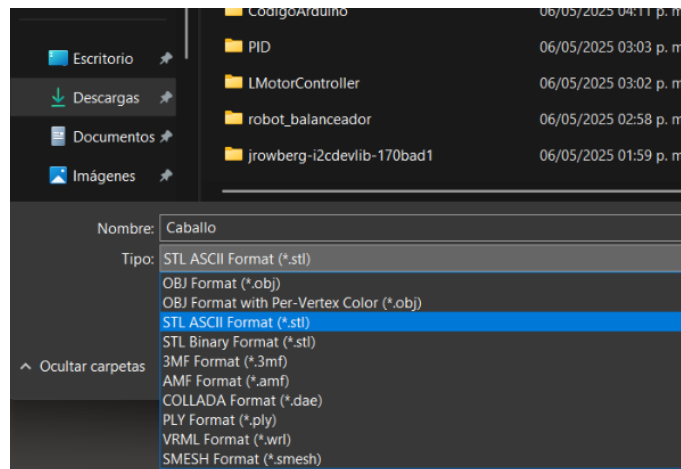


Figura 58: Captión

#### 4.6.1. Elegir Formato de Exportación

La diferencia entre exportar un modelo en formato .STL ASCII y .STL Binary, radica en cómo se almacena la información del modelo en el archivo. Ambos formatos contienen la misma geometría, pero el modo de codificación es distinto. ASCII guarda el modelo como texto legible por humanos; mientras que Binary guarda el modelo como datos binarios

<b>Características</b>	<b>STL ASCII</b>	<b>STL Binary</b>
<b>Tamaño del archivo</b>	Mucho más grande	Mucho más pequeño
<b>Legibilidad</b>	Legible en texto plano	No legible (formato binario)
<b>Velocidad de lectura</b>	Más lento	Más rápido
<b>Compatibilidad</b>	Altamente compatible	Altamente compatible
<b>Uso típico</b>	Depuración o edición manual	Impresión 3D y uso general

Figura 59: Comparación de Formatos



## 5. Bibliografía

- CGTrader. (s. f.). *Geometric shape* [Modelo 3D]. Recuperado de <https://www.cgtrader.com/3d-print-models/geometric-shape>
- O'Connor, D. (2024, mayo 21). *Autodesk Meshmixer – How to get started*. MakeUseOf. Recuperado de <https://www.makeuseof.com/autodesk-meshmixer-how-to-get-started/>
- DrawingPost. (s. f.). *Quick MeshMixer tutorial: Experiment with adding patterns to any 3D model*. Recuperado de <https://drawingpost.com/quick-mesh-mixer-tutorial-experiment-with-adding-patterns-to-any-3d-model-dd09439d7890>
- Autodesk Research. (2021). *Meshmixer: Mesh technology for interactive design and fabrication*. Recuperado de <https://www.research.autodesk.com/projects/meshmixer/>
- Stevenson, K. (2017, julio 25). *The many Meshmixer tutorials*. Fabbaloo. Recuperado de <https://www.fabbaloo.com/2017/07/the-many-meshmixer-tutorials>

