

Anexo 3. Diseño técnico y modelado 3D

El desarrollo del biomodelo se realizó mediante software CAD paramétrico (Rhinoceros 7), que permitió ajustar las dimensiones, tolerancias y componentes a detalle según los requerimientos definidos.

El modelado digital se estructuró en tres componentes principales:

Componente	Descripción	Función
Estructura ósea	Modelos 3D del húmero, cúbito y radio ajustados a escala anatómica.	Simular las estructuras articulares y generar el rango de movimiento flexo-extensión del codo.
Ligamentos y tendones	Puntos de anclaje desmontables para la instalación de bandas elásticas planas.	Generar resistencia al movimiento, simulando la tensión ligamentaria y muscular.
Sistema de base y anclaje	Soporte semicircular con tapa y prensas ajustables.	Permitir la estabilidad del biomodelo durante las prácticas.

Parámetros técnicos de diseño

Parámetro	Valores de aceptación	Descripción
Escala del modelo	1:1	Permite una práctica realista
Material	ABS impreso en 3D	Alta resistencia y rigidez
Montaje de ligamentos y tendones	Bandas elásticas intercambiables	Ajusta la resistencia según el tipo de luxación
Tolerancia de pasadores	1.5 mm	Asegura la movilidad de las bandas elásticas
Tolerancia de ensamble	Desfase 1 mm	Permite un encaje sin mayor holgura para las piezas

Ensamblaje del biomodelo

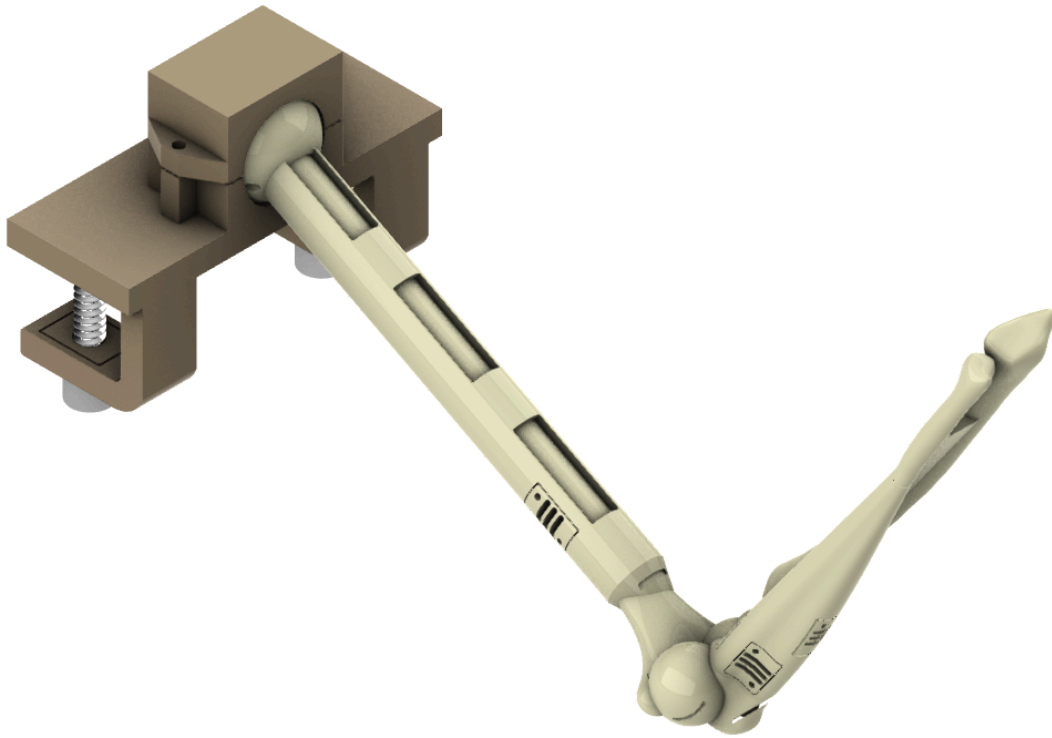
El ensamblaje se llevó a cabo integrando las piezas impresas en 3D y los componentes complementarios en el siguiente orden:

1. Asegurar la base tipo prensa a la mesa o superficie donde realizar la práctica.
2. Insertar la banda elástica por los pasadores en el interior de la cabeza del húmero.
3. Atravesar la banda elástica por los canales del cuerpo del húmero.
4. Insertar la banda elástica en las tapas de los puntos de tendón del triceps y biceps (en este punto se ajusta la tensión de las bandas).
5. Ubicar las tapas en su espacio correspondiente y con ayuda de una llave, atornillar las tapas al cúbito.
6. Encajar la tapa de la cabeza humeral en su sitio y pasar tornillos por la parte inferior de la esfera para asegurar.
7. Ubicar la cabeza del húmero en su contraparte de la base tipo prensa.
8. Colocar la tapa de la base tipo prensa para sostener el húmero y ajustar con tornillos.
9. Ya teniendo el húmero en una base firme, se inicia la instalación de los ligamentos, uno por uno, se ajusta la banda elástica a una de la tapa correspondiente del ligamento con el que se inició, que va en el húmero.
10. Se sujeta la tapa al húmero con tornillos y se desliza la banda elástica por el pasador.
11. Se ajusta el otro extremo de la banda a la tapa correspondiente (en este momento se ajusta la tensión de la banda) y se sujeta al húmero con tornillos.
12. Se repite el proceso 9,10 y 11 con el otro ligamento.

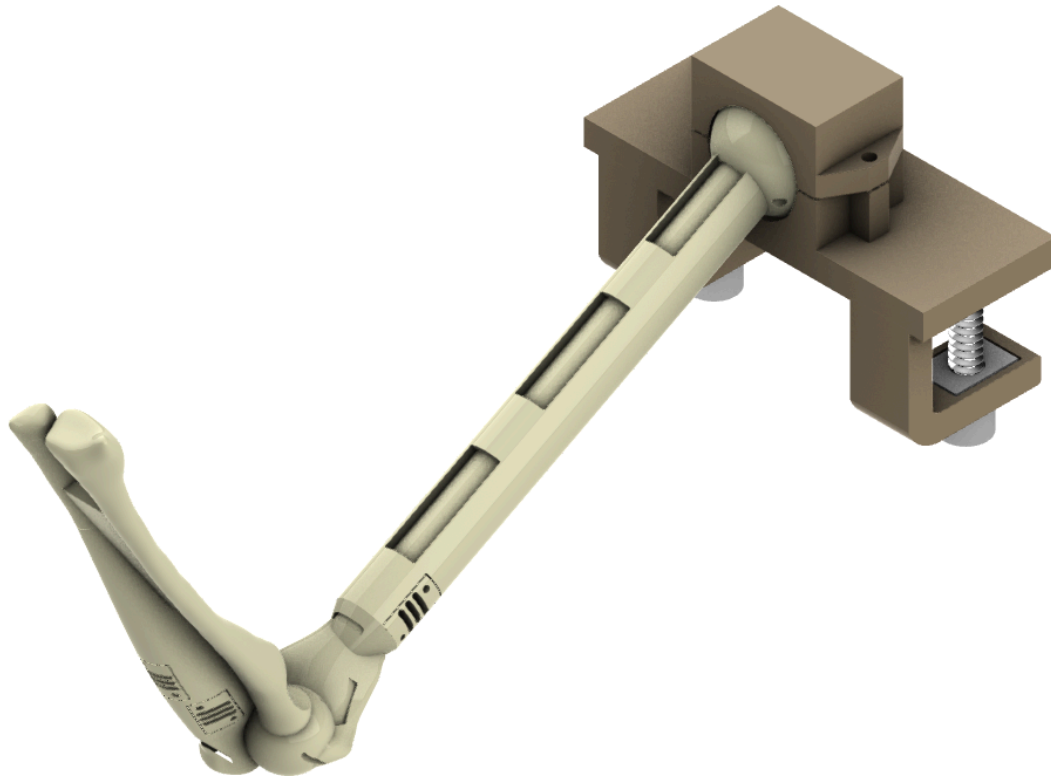
Este diseño permite reemplazar partes individuales o realizar ajustes en la resistencia de las bandas sin desmontar por completo el biomodelo.

Vistas del modelo tridimensional

- Vistas isométricas del biomodelo:

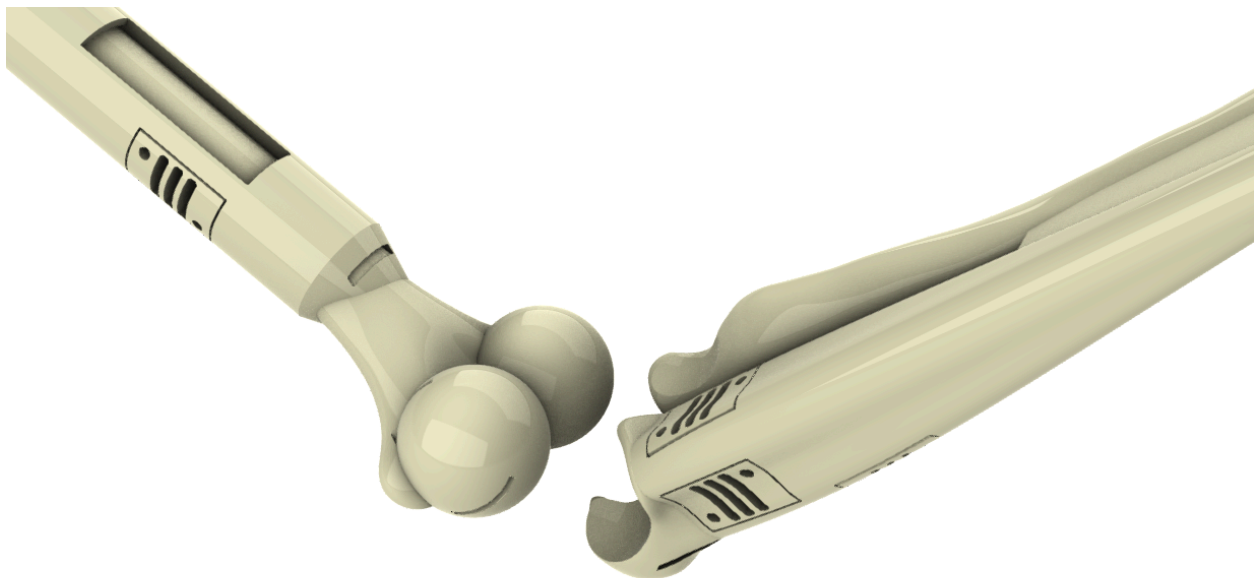


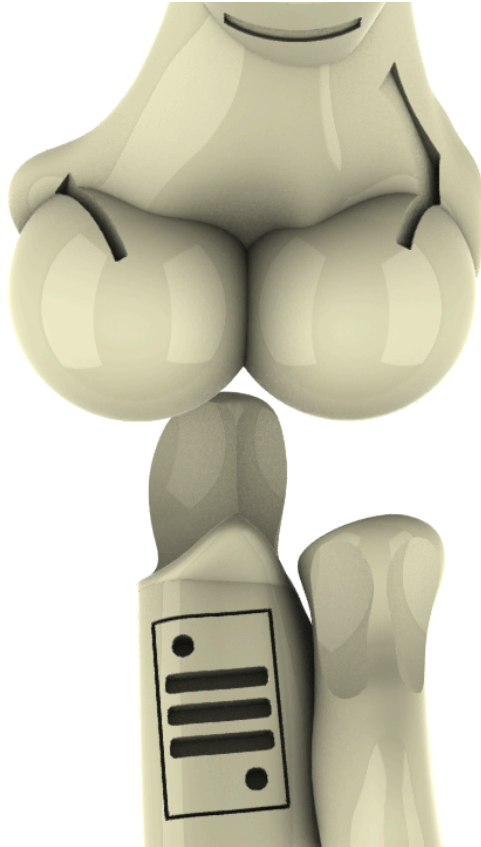
Noreste



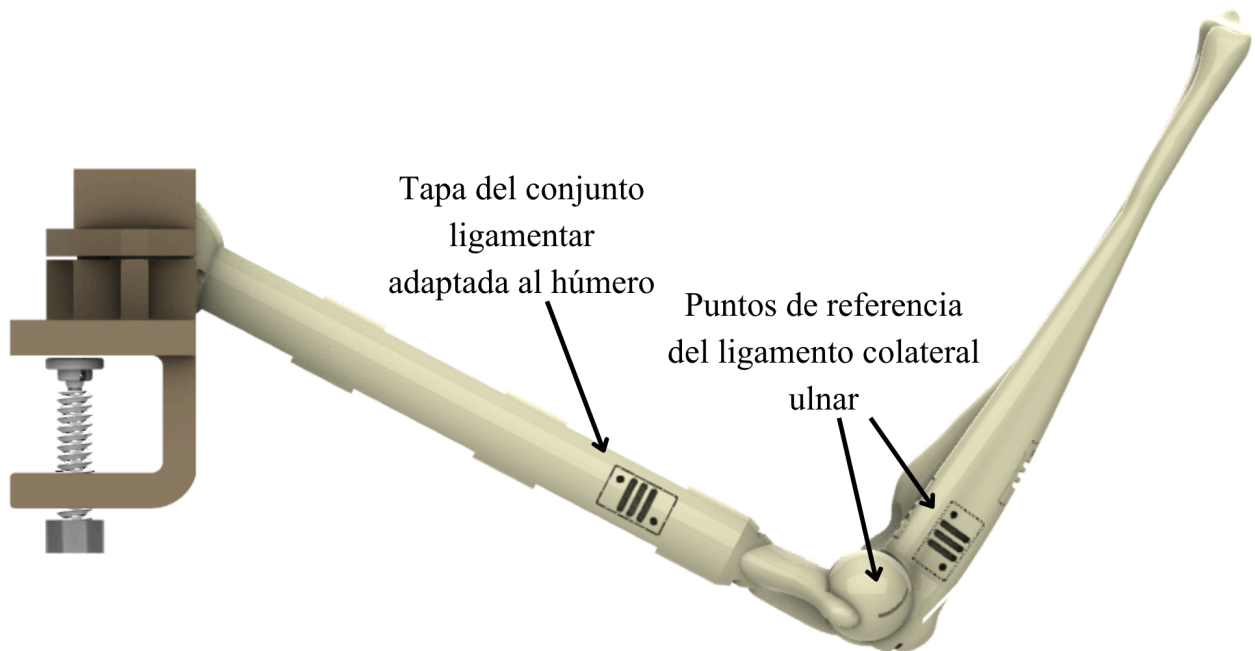
Noroeste

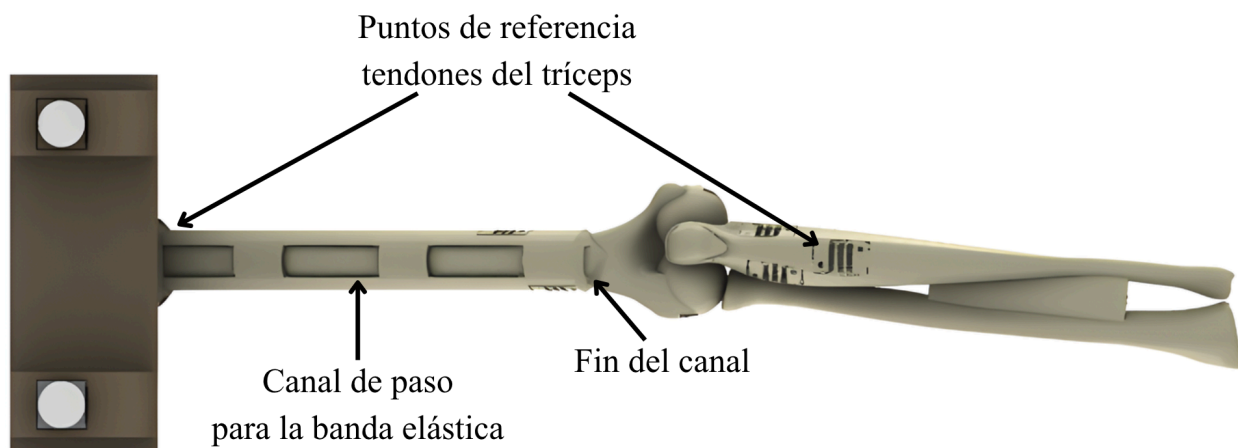
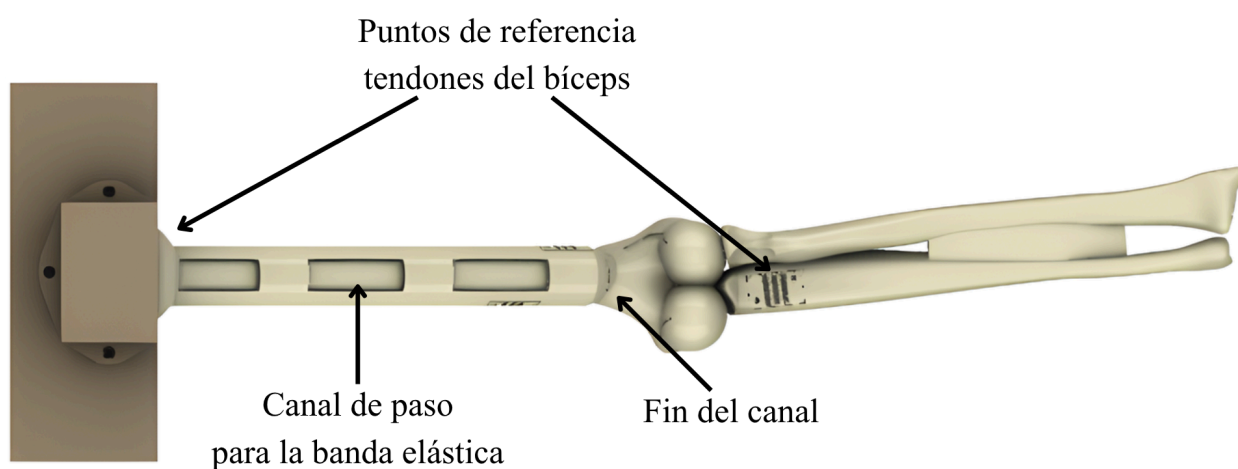
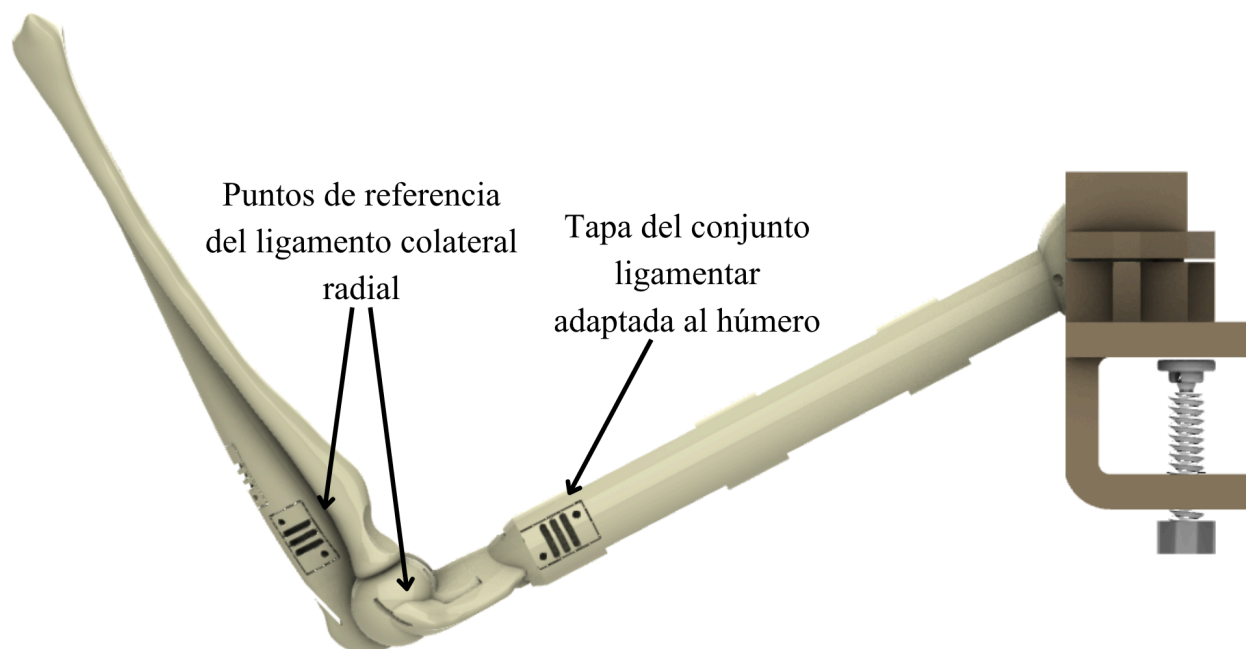
- Vista de la articulación humerocubital





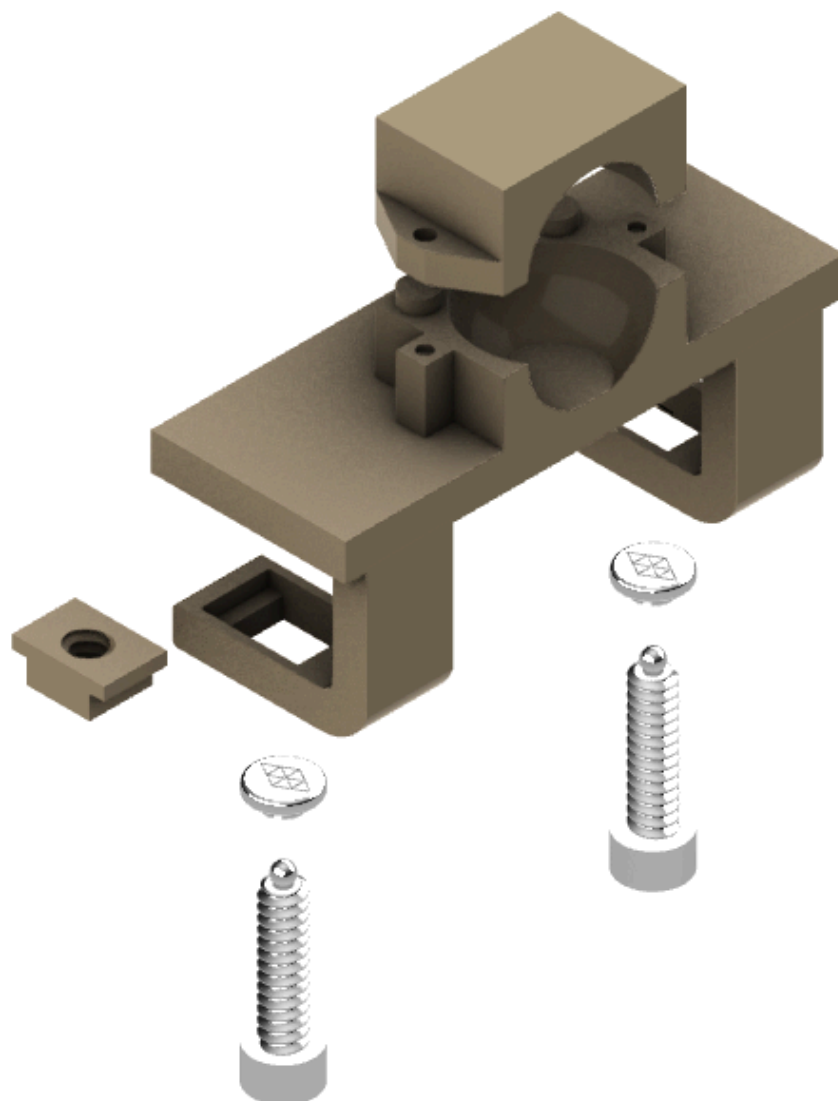
- Puntos clave del biomodelo

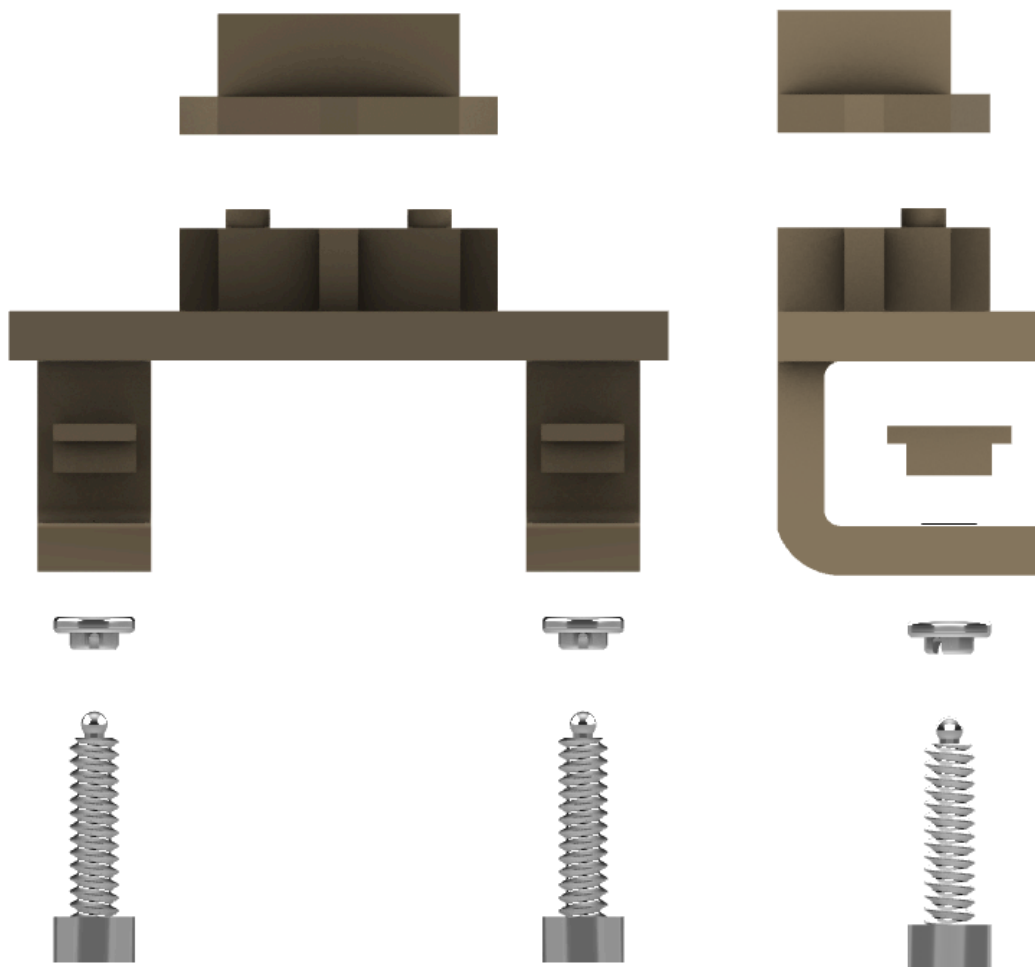




- Vista explosionada

Base tipo prensa





Codo

