

Entregable Nº 6. Algoritmo software con la posición del cerebro y tumor actualizadas

Responsable	José María Sabater
Participantes	María José Moscardó (contratada) y Raúl Moreno (contratado)
Estado	No Finalizado (50 %)
Fecha de entrega	23 de diciembre de 2025

Modelo digital del cerebro a partir de imagen de alta resolución

El modelo digital del cerebro a partir de las imágenes de alta resolución realizadas al paciente antes de la intervención quirúrgica se realiza utilizando el software de uso gratuito SLICER. Este programa es ampliamente utilizado en ámbito médico para visualizar y tratar las imágenes médicas obtenidas con resonancia magnética y/o TAC. El procedimiento que se sigue para obtener el modelo digital del cerebro y cráneo a partir de las imágenes de alta resolución se resumen en el diagrama de flujo que se muestra en la figura 1.

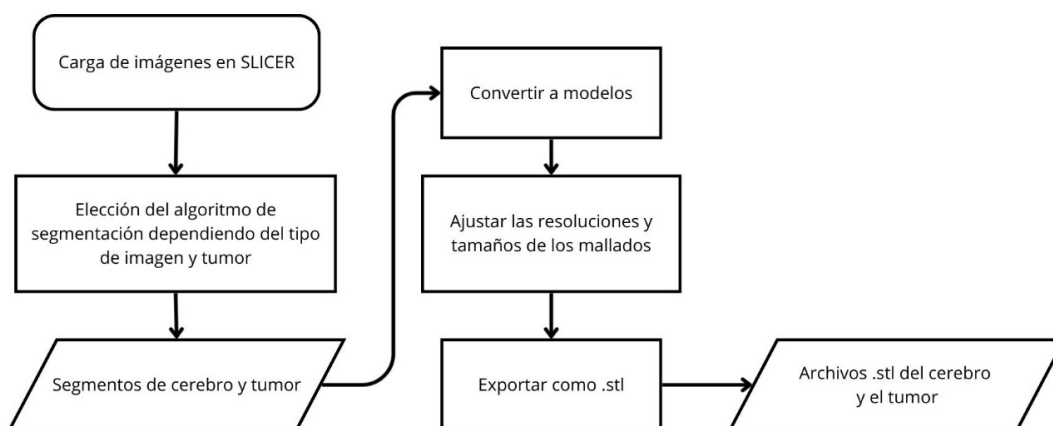


Figura 1. Diagrama de flujo seguido para obtener el modelo digital del cráneo, cerebro y tumor del paciente.

Primeramente se cargan las imágenes preoperatorias de alta resolución en SLICER. Seguidamente se realiza una segmentación de la imagen para diferenciar los diferentes tejidos y dotarles de volumen y, por tanto, dimensiones. Se utilizan diferentes algoritmos de segmentación de imagen, destacando el algoritmo de semillas y el selección de umbral. Una vez segmentada la imagen, se dispone de un modelo 3D del cráneo, cerebro y tumor del paciente totalmente realista y a escala. En la figura 2, se muestra, a modo de ejemplo unas imágenes del modelo digital obtenido con SLICER. Una vez obtenido el modelo de paciente 3D, se realiza un mallado del mismo y se exporta en formato STL. Este archivo que se ha exportado será el que se utilice en el programa de modelado mecánico y cálculo de deformaciones del cerebro.

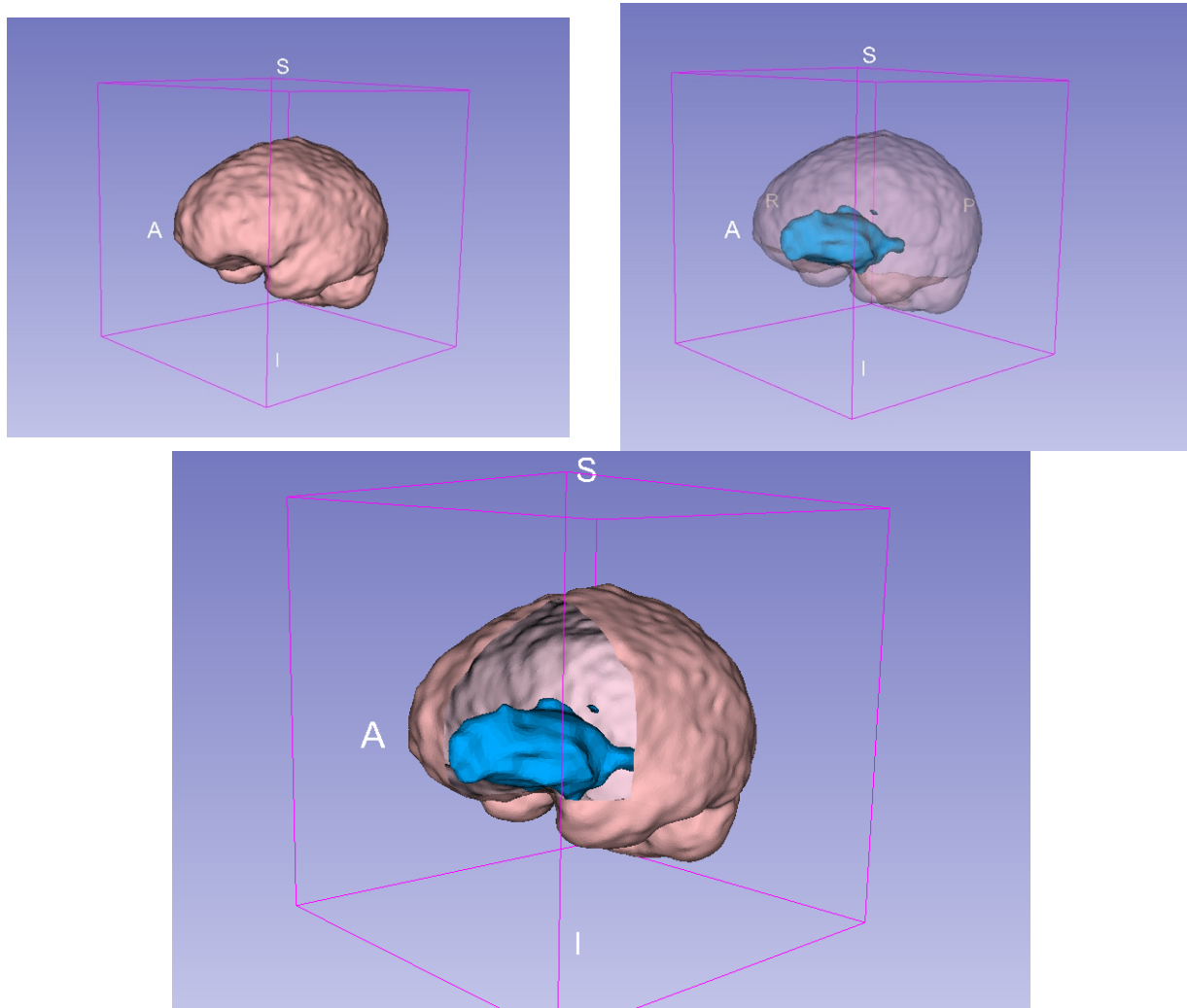


Figura 2. Imágenes de ejemplo del modelo digital 3D del cerebro y tumor del paciente obtenido mediante algoritmos implementados en el software SLICER.

Modelo digital del cerebro con información biomédica

Una vez obtenido el modelo digital 3D del conjunto cráneo + cerebro + tumor del paciente que va a ser sometido a la intervención quirúrgica, éste se exporta desde el programa SLICER al programa ANSYS, que es el software de simulación biomecánica que analiza la deformación sufrida por el cerebro y el tumor a partir de los datos de desplazamiento cerebral obtenidos a partir de las medidas de las antenas.

En el programa ANSYS se le asigna a cada punto de mallado que conforma el cerebro y el tumor sus propiedades mecánicas (módulo de Young, parámetros hiperelásticos, comportamiento viscoelástico del tejido). Estas propiedades se han obtenido tras realizar un estudio de diferentes publicaciones de otros grupos de investigación a nivel internacional y también de analizar los datos disponibles en repositorios de acceso abierto. En particular, de todas las fuentes analizadas, se están utilizando los datos biomecánicos para los tejidos implicados indicados en la tabla I..

En la figura 3 se muestran, a modo de ejemplo, una serie de imágenes del cerebro y tumor dentro del programa ANSYS, una vez incorporados los datos biomecánicos de los tejidos y previo a los cálculos de la deformación sufrida por cerebro y tumor.

Tabla I. Datos biomecánicos utilizados para los modelos de cerebro y tumor

Tejido	Tipo de modelo utilizado	Parámetros mecánicos característicos	Descripción
Cerebro	Modelo elástico lineal	Módulo de Young	Describe de forma simplificada la rigidez del tejido cerebral ante pequeñas deformaciones.
	Modelo hiperelástico	Parámetros hiperelásticos	Representa el comportamiento no lineal del cerebro bajo deformaciones moderadas y grandes.
	Modelo viscoelástico	Serie de Prony (coeficientes y tiempos de relajación)	Permite simular la respuesta del tejido cerebral dependiente del tiempo.
Tumor	Modelo hiperelástico	Parámetros hiperelásticos	Describe la deformación no lineal del tejido tumoral respecto al cerebro sano
	Modelo viscoelástico	Serie de Prony (coeficientes y tiempos de relajación)	Representa el comportamiento dependiente del tiempo del tejido tumoral.

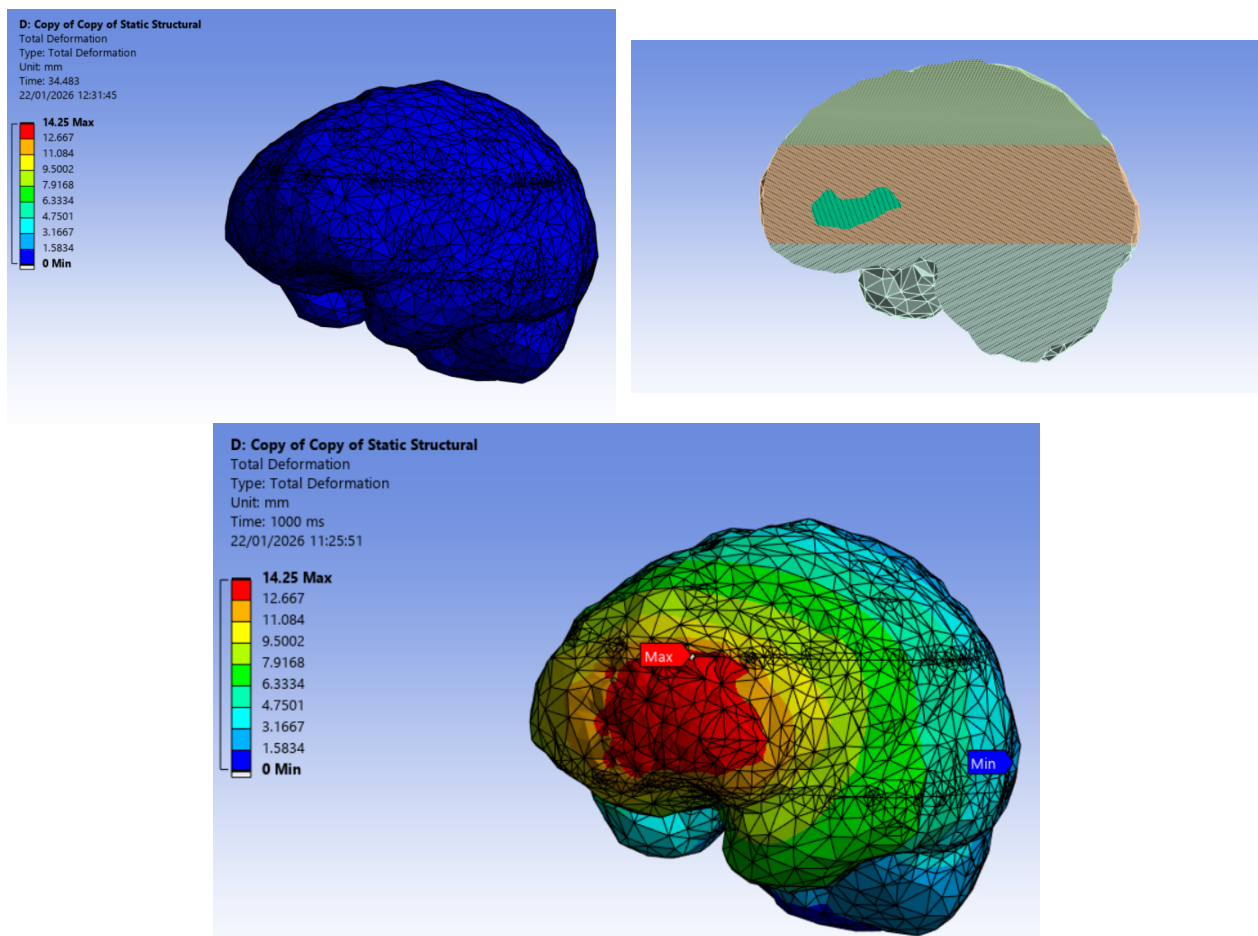


Figura 3. Modelos de cerebro y tumor 3D del paciente bajo estudio una vez incorporados sus datos biomecánicos en ANSYS.

Algoritmo de deformación del cerebro a partir de los datos obtenidos en medida

Esta tarea se comenzó en el mes de diciembre de 2025 y está previsto que finalice en el mes de febrero de 2026.

Posición actualizada de cerebro y tumor

Esta tarea está previsto que comience en el mes de marzo de 2026.