

## Entregable Nº 4. Reporte de los test realizados y archivos de datos de deformación

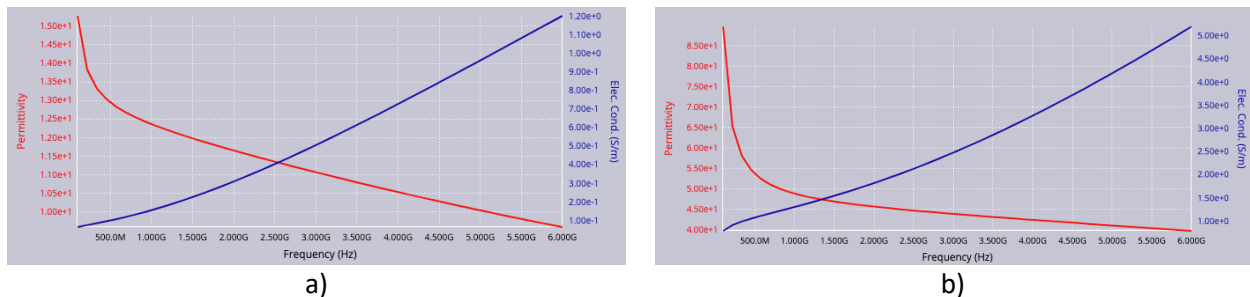
Responsable	Ernesto Ávila
Participantes	Alberto Rodríguez, Antonio Company, Andrea Martínez (contratada) y Raúl Moreno (contratado)
Estado	Finalizado (100 %)
Fecha de entrega	19 de diciembre de 2025

### Diseño de los materiales biocompatibles de cráneo y cerebro

Los materiales que se van a utilizar en el diseño del cráneo y cerebro, deben tener unas propiedades dieléctricas compatibles con las que presentan los tejidos correspondientes en el rango de medida del sistema. Las propiedades dieléctricas de los tejidos biológicos humanos se pueden consultar en repositorios en abierto. En nuestro caso, se ha tomado como referencia el repositorio de la Fundación IT'IS, que se puede consultar en la siguiente dirección web:

<https://itis.swiss/virtual-population/tissue-properties/database/tissue-frequency-chart/>

En la figura 1 se muestran las propiedades dieléctricas (permitividad y conductividad) obtenidas en el repositorio del IT'IS para el cráneo y cerebro en el rango de frecuencias de 100 MHz a 1 GHz



**Figura 1.** Propiedades dieléctricas del cráneo (a) y cerebro (b), obtenidas en el repositorio de la *IT'IS Foundation*.

Los materiales utilizados para los modelos de cráneo y cerebro que se han desarrollado tienen un comportamiento similar al que presentan los tejidos a los que quieren imitar. Para el caso del cráneo se ha utilizado un material compatible con impresoras 3D que presenta una permitividad dieléctrica de aproximadamente 8 a la frecuencia central del sistema (3 GHz). En el caso del cerebro, se ha realizado un modelo hueco con PLA estándar (permitividad de 2.8), que se rellena con una mezcla de agua destilada, aceite, detergente y gelatina bobina de forma que presenta los datos que se muestran en la siguiente tabla, obtenidos con la sonda coaxial de extremo abierto.

Receta para el modelo de cerebro		$\epsilon_r$ @ 1GHz	$\epsilon_r$ @ 3GHz	$\epsilon_r$ @ 6GHz
Agua destilada: 68 ml.	Aceite girasol: 38 ml.	47	43	40
Detergente: 4.2 ml.	Gelatina: 6.8 g.			

### Diseño de los modelos biológicos biológicos de cráneo y cerebro con y sin brain-shift

Una vez determinados los materiales para implementar los modelos biológicos biocompatibles de cráneo y cerebro, se han desarrollado varios modelos de cráneo y cerebro con diferentes tamaños y diferentes afectaciones en cuanto a brain-shift. Como se ha comentado anteriormente, los modelos de cerebro se realizan con PLA estándar, dejando el modelo hueco para poder rellenarlo con la receta desarrollada. El modelo de cerebro de PLA se barniza con una pintura inerte para las señales de microondas que hace que el cerebro desarrollado sea estanco. Además, la mezcla utilizada en la receta, se enfría en una nevera durante dos horas, quedando en forma gelatinosa.

En la figura 2 se muestran, a modo de ejemplo, dos de los modelos de cráneo y cerebro desarrollados de diferentes tamaños correspondientes a diferentes perfiles de pacientes.



Figura 2. Modelos de cerebro y cráneo implementados.

### Obtención de los resultados de desplazamiento cerebral

Una vez desarrollados los modelos de cráneo y cerebro, y teniendo el set-up de medida implementado y calibrado, se han realizado una serie de pruebas con el sistema de cara a determinar el desplazamiento de cada uno de los modelos de cerebro desarrollado, si es que lo hay.

Como entregable y de estas pruebas, se dispone de un repositorio con los archivos de texto que genera el script de procesado de Python para cada una de estas pruebas, donde se indica el desplazamiento del cerebro detectado por cada una de las 18 antenas integradas en el casco y que forman parte del sistema.

**Nota:** Pese a que todas las tareas y medidas propuestas han sido realizado, y la tarea está finalizada al 100%, se pretende realizar nuevos modelos de cráneo y cerebro con distintos perfiles de paciente y diferentes afectaciones de desplazamiento cerebral para disponer de más resultados que analizar y tener el sistema entrenado ante diferentes tipos de tamaño y afectación.