



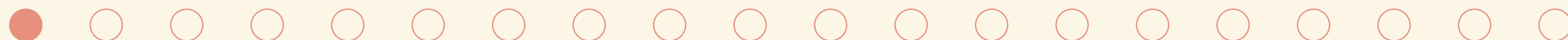
UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

# Optimized U-Net for Brain Tumor Segmentation

Aplicaciones Clínicas en Señales e Imágenes

**Grupo 1**

Semestre 2024-2



# Contenido

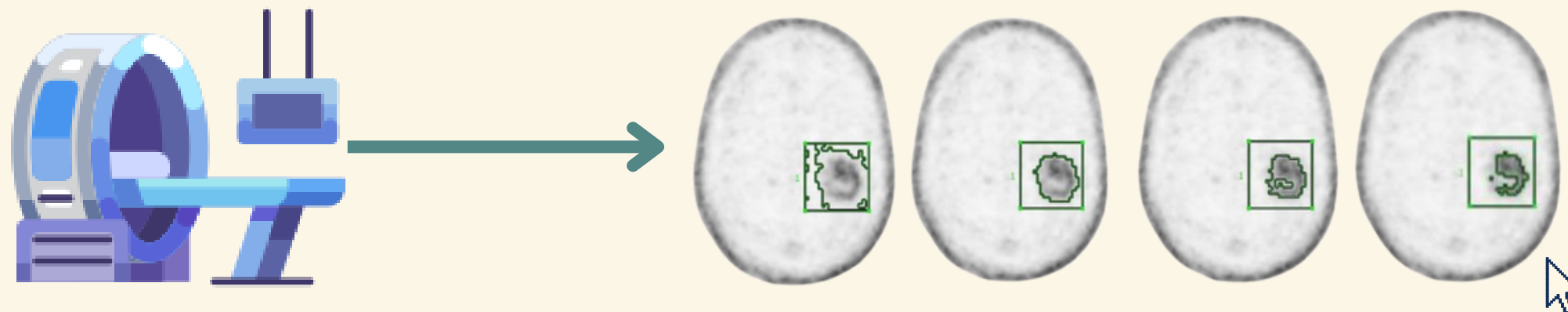
## Avance 1 | Entendimiento de la data

- 01** Introducción y Problemática
- 02** Base de Datos
- 03** Metodología
- 04** Resultados



# Introducción

## La segmentación tumoral...

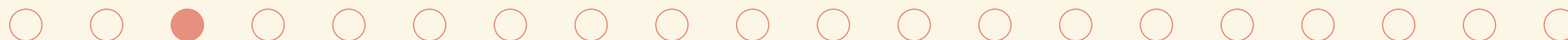


- Identificar
- Delinear regiones afectadas por un tumor

## La segmentación automática



- ✓ Proporciona asistencia a los radiólogos
- ✓ Enfoque más preciso y fiable
- ✓ Permite planificación de tratamiento y seguimiento con más tiempo



# Problemática

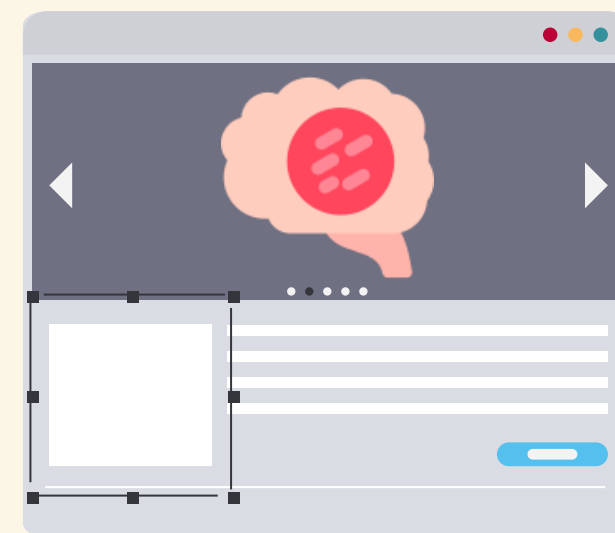
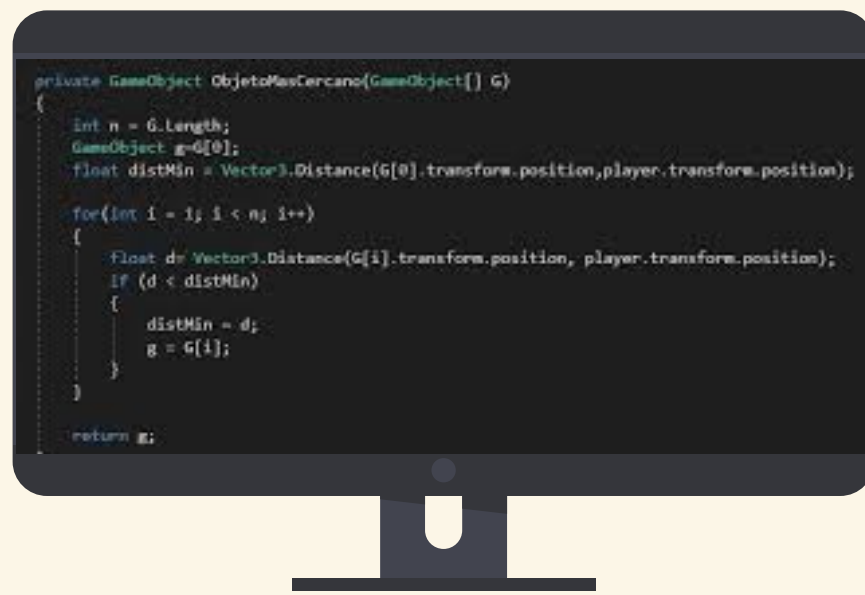
## Segmentación manual



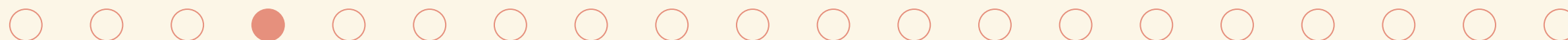
Realizada por radiólogos con experiencia

- ❌ Proceso que consume mucho tiempo
- ❌ Carencia de consistencia y reproducibilidad
- ❌ Sujeto a errores humanos

## Algoritmos de aprendizaje profundo



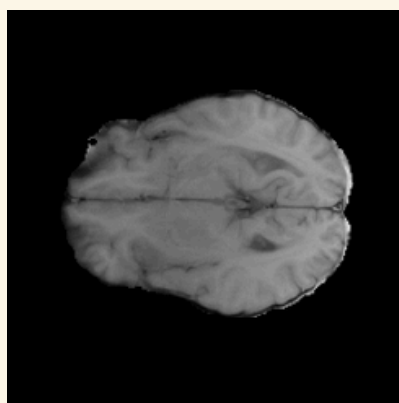
Desafío en diseñar una arquitectura de red neuronal óptima y un programa de entrenamiento adecuado



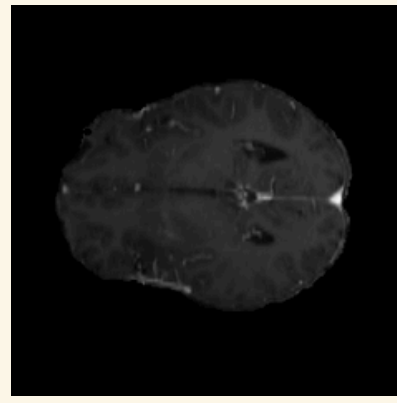
# Base de Datos

Se utiliza la base de datos proporcionada por el desafío BraTS21 (Brain Tumor Segmentation Challenge 2021)

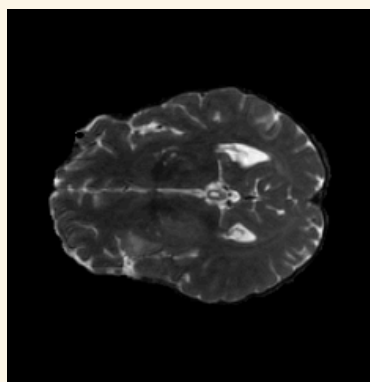
**Tipos de imágenes:** Imágenes de MRI



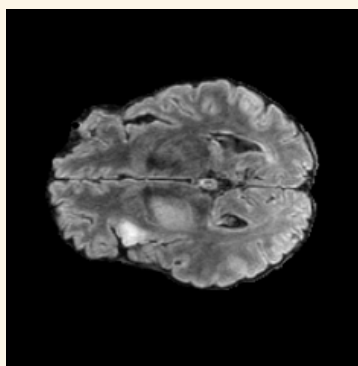
**T1:** Proporcionan un contraste claro entre la materia gris y blanca



**T1Gd:** Realzan las áreas con vascularidad de los tumores



**T2:** Destacan el líquido cerebroespinal y permiten la visualización de edema



**FLAIR:** Suprime el líquido cerebroespinal para resaltar las lesiones cerebrales

**Característica de las imágenes:** Almacenadas en *formato NIfTI (.nii)*. Este formato permite manejar volúmenes de datos 3D, preservando la información espacial necesaria para la segmentación precisa.

**Características del Conjunto de Datos Resolución:**

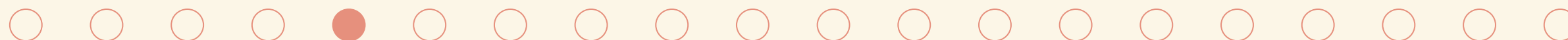
- Preprocesadas con resolución isotrópica de 1mm<sup>3</sup>, con dimensiones de 240x240x155 voxeles.
- Etiquetas de Segmentación: Las etiquetas incluyen cuatro clases: tumor realzado (ET), tejido edematoso peritumoral (ED), núcleo necrótico del tumor (NCR), y fondo (voxeles que no son parte del tumor).

**Anotaciones** ✕

Las anotaciones de los tumores han sido realizadas manualmente **por entre uno y cuatro expertos**, lo que asegura una alta calidad en las etiquetas de segmentación.

**Conjunto de datos** ✕

Entrenamiento: 1,251 casos  
Validación: 219 casos  
Prueba 570 casos

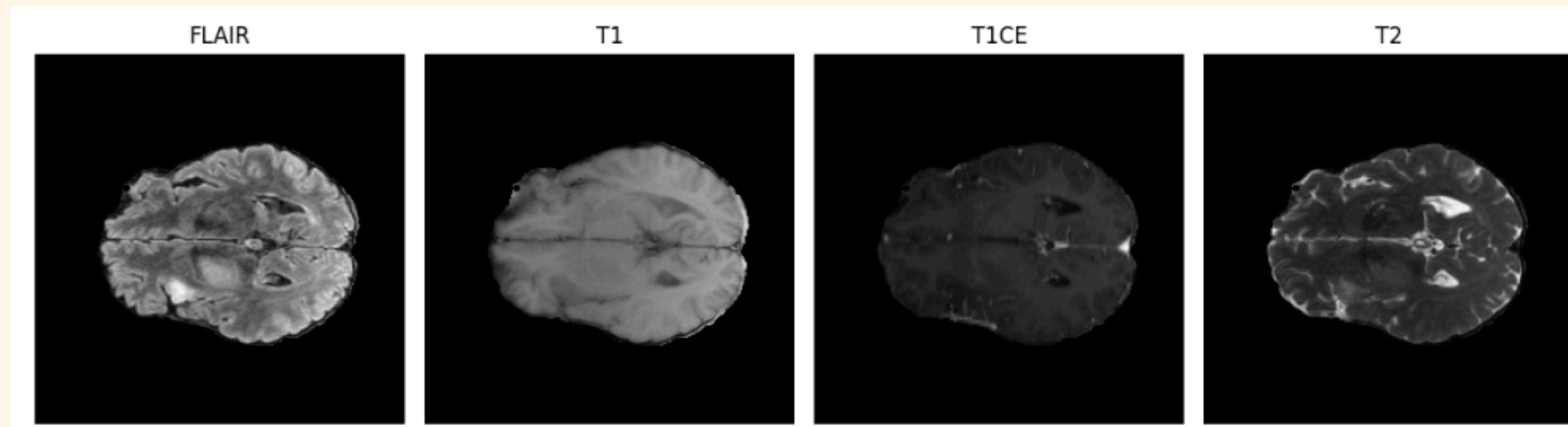


# Metodología

## Preprocesamiento

Cada ejemplo del conjunto de datos BraTS21 consta de cuatro archivos NIfTI con diferentes modalidades de MRI. Se procedio a apilar las cuatros modalidades de manera que cada ejemplo tenga una forma de (4, 240, 240, 155), de manera que el tensor de entrada tenga el siguiente diseño:

(C, H, W, D) = C-canales, H-altura, W-ancho, D-profundidad



# Metodología

## Preprocesamiento

- Recorte de Vóxeles de Fondo: Se eliminan los vóxeles de fondo en los bordes del volumen.
- Normalización: Cada canal se normaliza restando la media y dividiendo entre la desviación estándar, sin afectar el fondo.
- Canal Adicional: Se añade un canal de "foreground" con codificación one-hot.
- Almacenamiento: Los volúmenes preprocesados se guardan como arrays de NumPy.

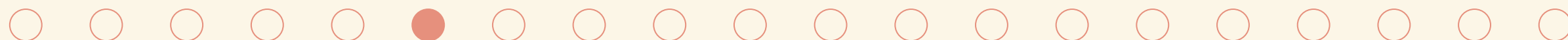


# Metodología

## Ampliacion de datos

Necesario para evitar el sobreajuste al extender artificialmente un conjunto de datos durante el entrenamiento. Para que el modelo sea más robusto, se utilizaron las siguientes ampliaciones:

- Biased Crop: Recorte de un parche de (5, 128, 128, 128), con un 40% de vóxeles de "foreground".
- Zoom: Se aplica un zoom aleatorio entre 1.0 y 1.4 (15%).
- Flips: Volteo aleatorio a lo largo de los ejes x, y, z (50%).
- Gaussian Noise: Se agrega ruido gaussiano (15%).
- Gaussian Blur: Se aplica desenfoque gaussiano (15%).
- Ajustes de Brillo: Se ajusta el brillo (15%).
- Ajustes de Contraste: Se ajusta el contraste (15%).



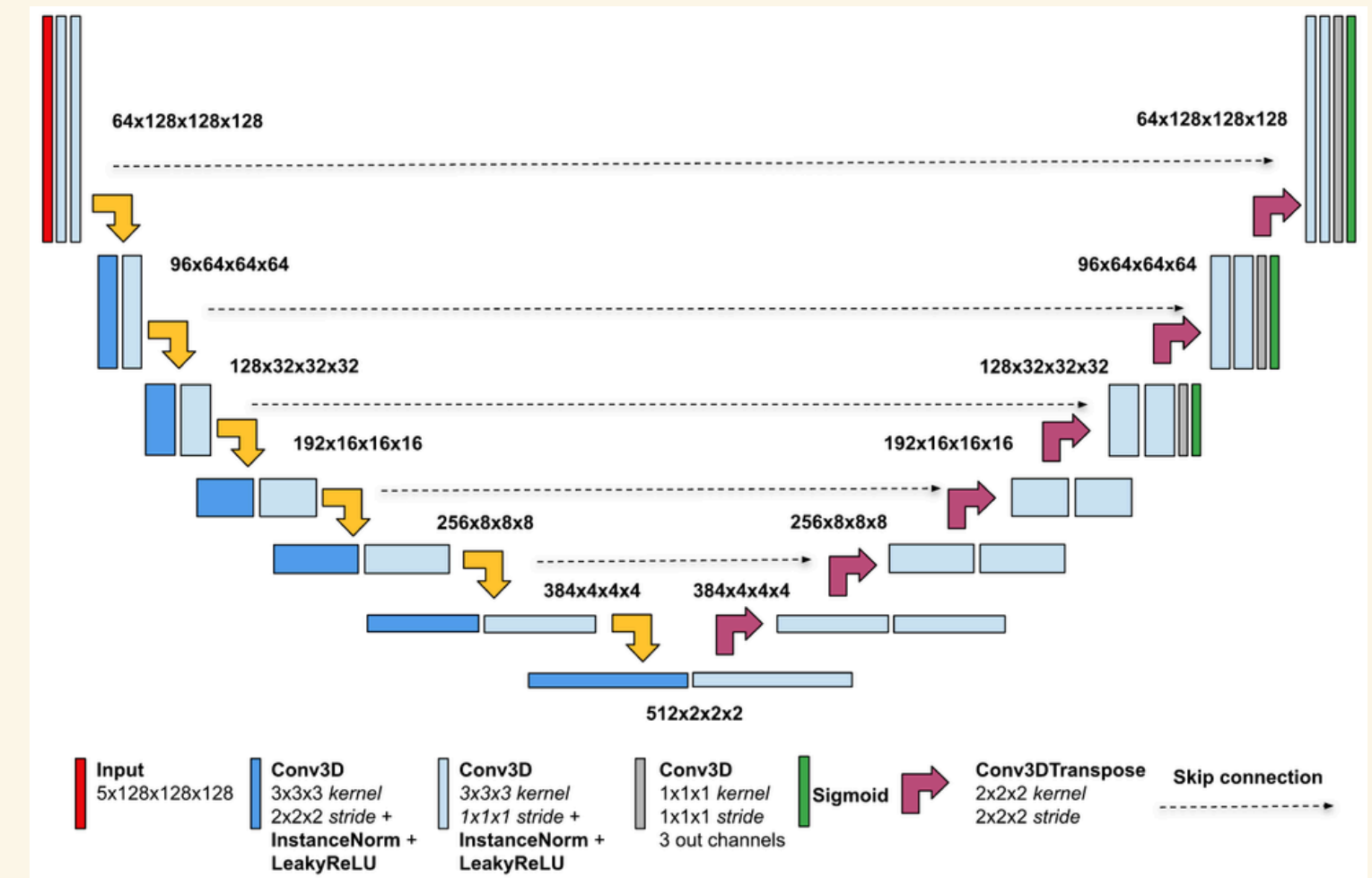


# Metodología

## Arquitectura de modelo: U-Net

Es una red neuronal diseñada específicamente para tareas de segmentación de imágenes, especialmente en el ámbito médico. Su nombre se debe a su forma distintiva en forma de "U". Se divide en dos partes:

- Codificador: Esta parte de la red se encarga de reducir el tamaño de la imagen original, extrayendo las características más relevantes.
- Decodificador: A partir de la información comprimida del codificador, el decodificador reconstruye una imagen de salida con la misma dimensión que la original, pero ahora cada píxel está clasificado según la categoría a la que pertenece (por ejemplo, tumor, tejido sano, etc.).

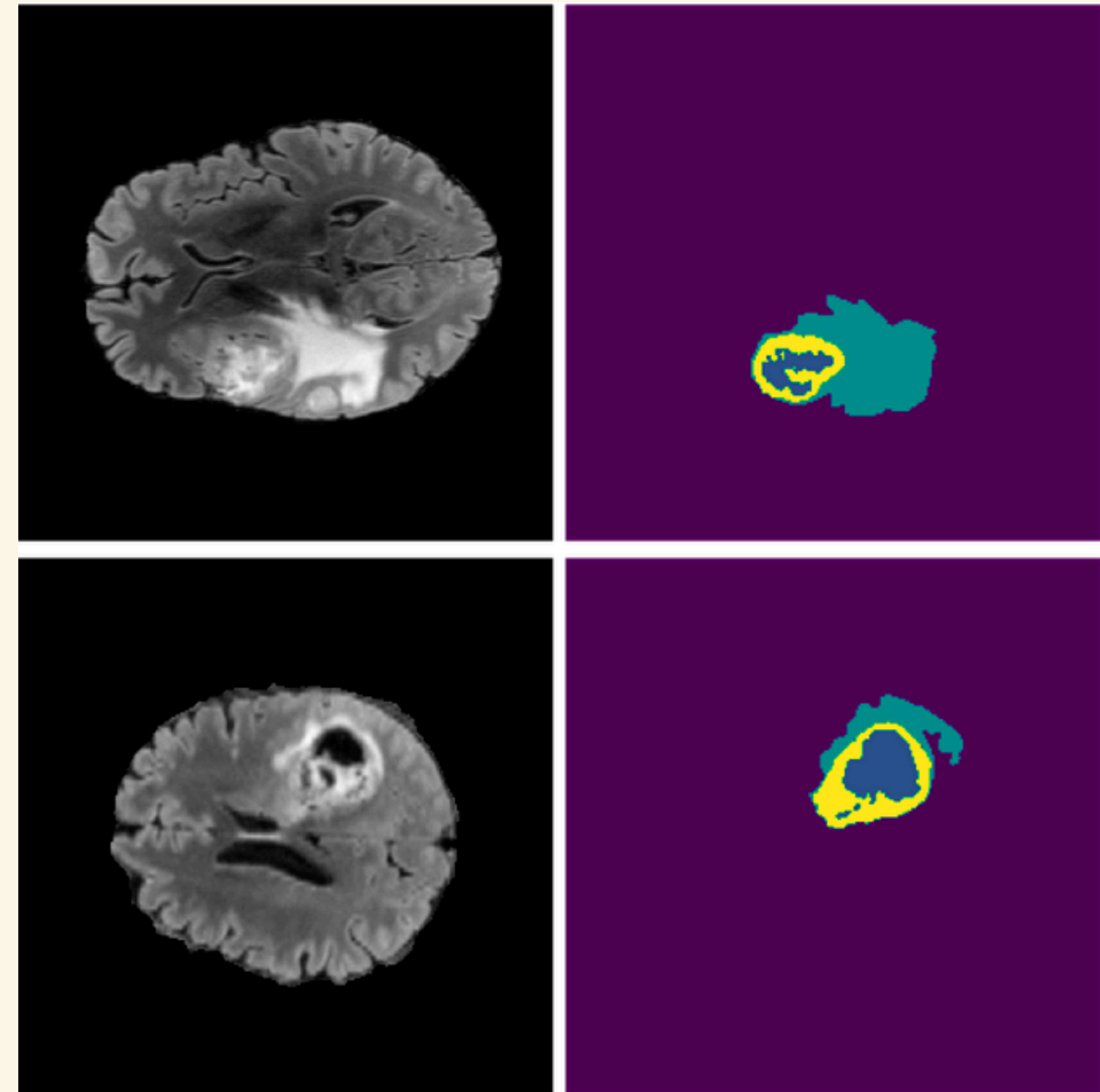


# Experimentación

Model	U-Net	UNETR	SegResNetVAE
Fold 0	<b>0.9087</b>	0.9044	0.9086
Fold 1	<b>0.9100</b>	0.8976	0.9090
Fold 2	<b>0.9162</b>	0.9051	0.9140
Fold 3	<b>0.9238</b>	0.9111	0.9219
Fold 4	<b>0.9061</b>	0.8971	0.9053
Mean Dice	<b>0.9130</b>	0.9031	0.9118

# Experimentación

Predicciones sobre el conjunto de datos de validación del desafío. En la columna de la izquierda se visualiza la modalidad FLAIR mientras que en la columna de la derecha se visualizan las predicciones del modelo donde el significado de los colores es el siguiente: violeta - fondo, azul - NCR, turquesa - ED, amarillo - ET.





**GRACIAS**