

# Análisis Avanzado de Imágenes Médicas con Deep Learning para Cáncer de Páncreas

Autor

Álvaro Ruiz López

[alvaroruiz27@correo.ugr.es](mailto:alvaroruiz27@correo.ugr.es)

Director

Francisco Herrera Triguero

Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de Telecomunicación  
Universidad de Granada

25 de junio de 2025



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



# Índice

- 1 Introducción
- 2 Objetivos
- 3 Estado del Arte
- 4 Metodología
- 5 Implementación
- 6 Experimentación
- 7 Conclusiones

# Índice

## 1 Introducción

## 2 Objetivos

## 3 Estado del Arte

## 4 Metodología

## 5 Implementación

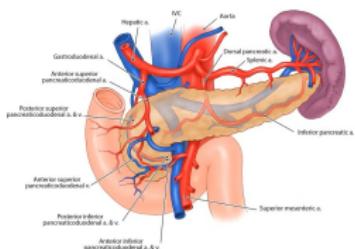
## 6 Experimentación

## 7 Conclusiones

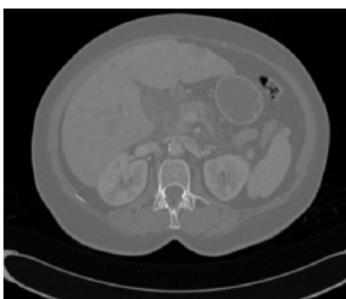
# Cáncer de páncreas: un desafío diagnóstico y terapéutico

Diagnóstico **tardío** y tratamientos **limitados**.

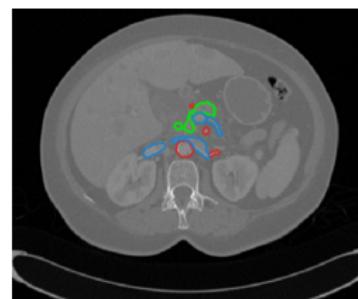
Esenciales las tomografías computarizadas (TC).



(a) Irrigación arterial y venosa del páncreas<sup>1</sup>



(b) Imagen de TC



(c) Imagen de TC con contornos de segmentación

Figura: Páncreas y tomografías computarizadas

<sup>1</sup><https://www.hpbsurgery.ca/the-pancreas>

# Retos y motivación clínica y tecnológica

## Clínica:

- Reducción de **tiempo** de planificación
- Mejora de diagnóstico

## Tecnológica:

- Variabilidad anatómica
- Bajo contraste tisular
- Pequeño tamaño del tumor
- Escasez de datos

# Índice

1 Introducción

2 Objetivos

3 Estado del Arte

4 Metodología

5 Implementación

6 Experimentación

7 Conclusiones

# Objetivos

**Objetivo General:** desarrollar y evaluar métodos avanzados de Deep Learning para la segmentación de cáncer de páncreas en colaboración con especialistas clínicos.

- **OE1:** estudio exhaustivo del estado del arte.
- **OE2:** analizar y preparar el conjunto de datos.
- **OE3:** diseñar e implementar un marco experimental robusto.
- **OE4:** validar los modelos con los datos reales.

# Índice

1 Introducción

2 Objetivos

3 Estado del Arte

4 Metodología

5 Implementación

6 Experimentación

7 Conclusiones

# Contextualizando nuestra contribución

- Dice de hasta **0,842** para el páncreas, y entre **0,52–0,71** para tumores, dependiendo tipo y características.
- **Limitaciones** ligadas a anatomía y escasez de datos.
- Estudios **limitados** sobre segmentación de vasos.
- **Ausencia** de estudios de estructuras conjuntas.

# Índice

1 Introducción

2 Objetivos

3 Estado del Arte

4 Metodología

5 Implementación

6 Experimentación

7 Conclusiones

# Enfoque

Metodología basada en investigación empírica con Python y PyTorch. Dos fases:

- ① Implementación manual
- ② Inclusión de MONAI y uso de MONAI Bundle

**Reproducibilidad** garantizada pero experimentación **no replicable**.

Código disponible en: <https://github.com/Alvarorlz12/TFG>

# Planificación

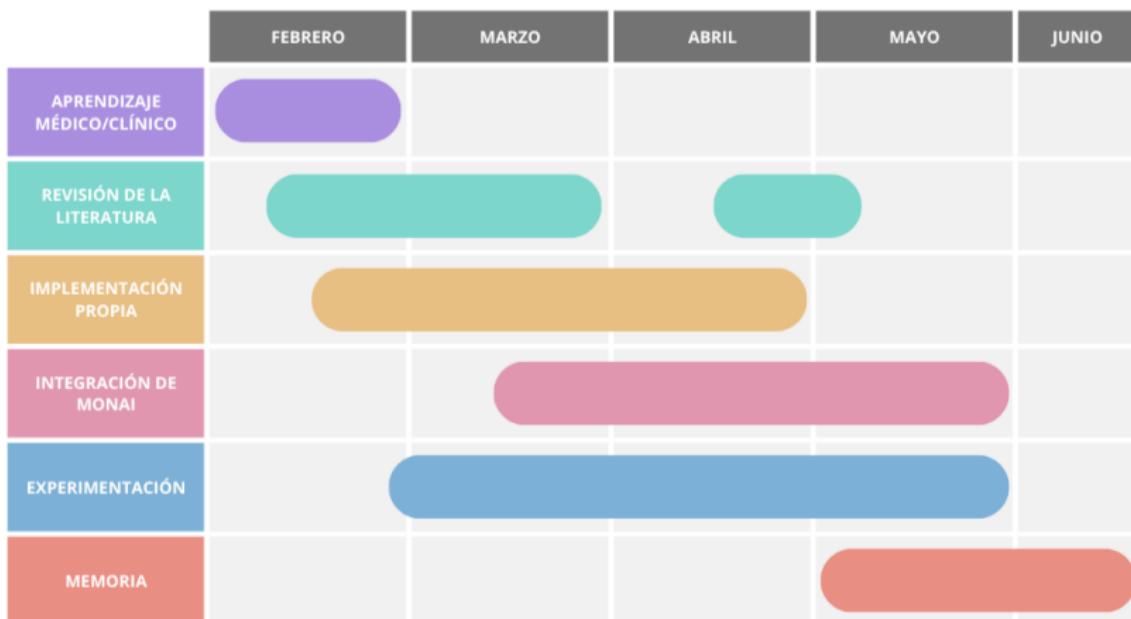


Figura: Diagrama de Gantt

# Índice

1 Introducción

2 Objetivos

3 Estado del Arte

4 Metodología

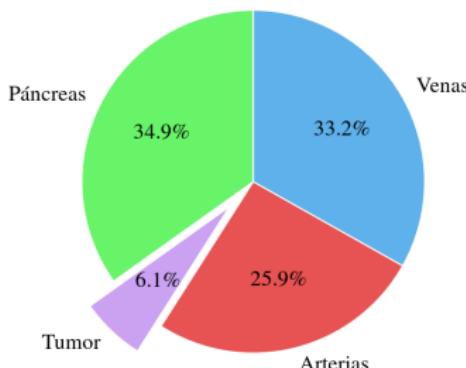
**5 Implementación**

6 Experimentación

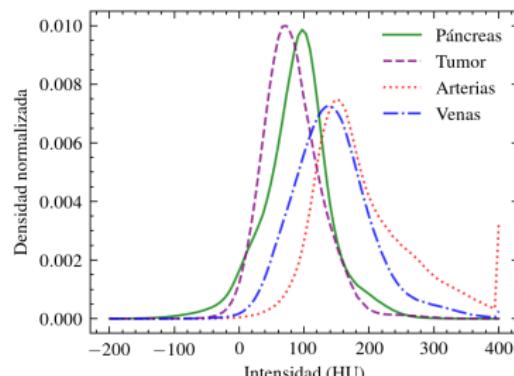
7 Conclusiones

# Conjunto de datos

⇒ **116** casos (TC + segmentación): **88** para train y **28** para test.  
→ 44 ADC, 31 ADC-borderline, 9 TNE y 4 otro.



(a) Proporción de clases en segmentación



(b) Distribución de intensidades por clase

Figura: Estadísticas del conjunto de datos

# Preprocesamiento

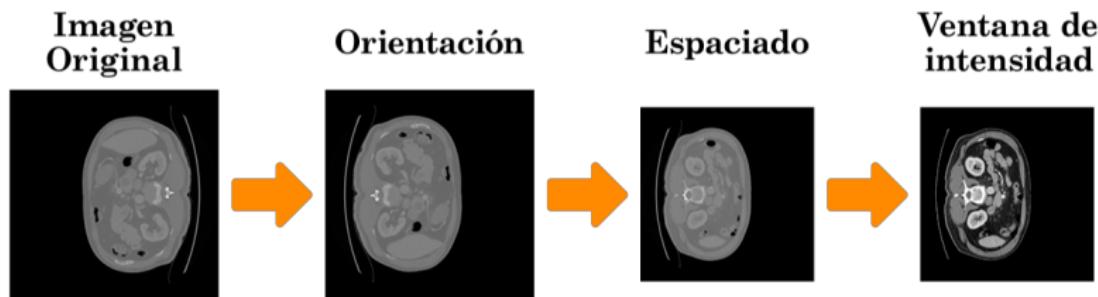
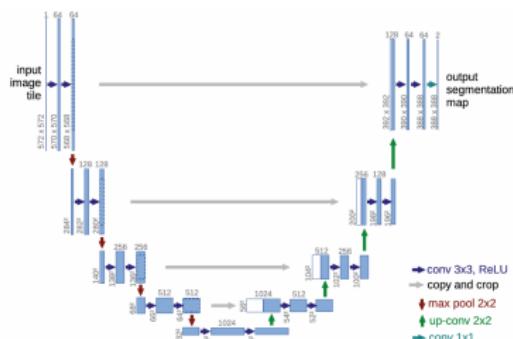
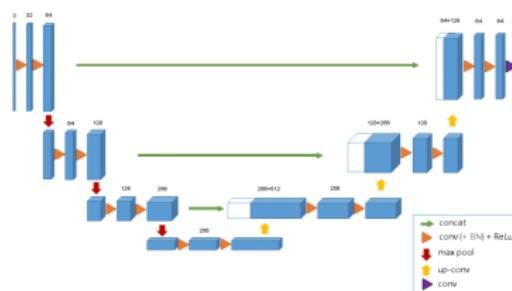


Figura: Parte del pipeline de preprocesamiento determinístico

# Arquitecturas y entrenamiento



(a) U-Net 2D de Ronneberger, Fischer y Brox, “U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation”



(b) U-Net 3D de Çiçek et al., “3D U-Net: Learning Dense Volumetric Segmentation from Sparse Annotation”

Figura: Arquitectura U-Net 2D y 3D

# Índice

1 Introducción

2 Objetivos

3 Estado del Arte

4 Metodología

5 Implementación

6 Experimentación

7 Conclusiones

# Métricas de evaluación

Principalmente el Coeficiente de Similitud **Dice**, por ser la más **interpretable**.

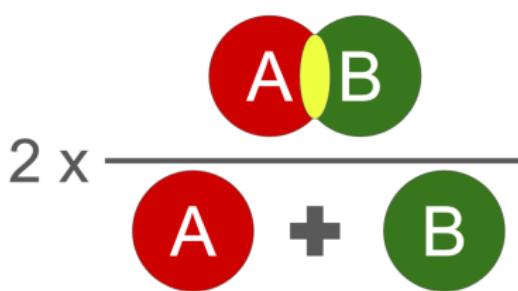


Figura: Representación del cálculo del Dice<sup>1</sup>

Además: *Intersection over Union* (IoU), *precision*, *recall* y *Hausdorff distance* con percentil 95.

<sup>1</sup><https://pycad.co/the-difference-between-dice-and-dice-loss/>

# Propuestas

- 2D:
  - U-Net 2D
  - DeepLabV3
- 3D:
  - U-Net 3D (3)
  - DynUNet
  - Attention U-Net
  - SegResNet (2)
  - V-Net
  - UNETR
  - Swin UNETR (2)

# Evaluación cuantitativa: rendimiento del modelo

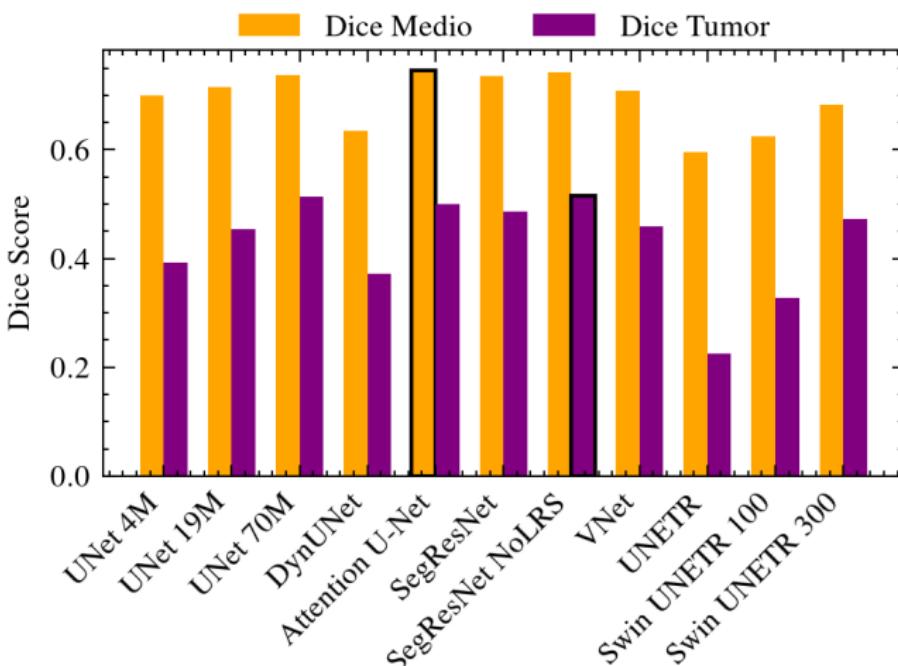


Figura: Dice medio y en tumor en validación

# Evaluación cuantitativa: rendimiento del modelo

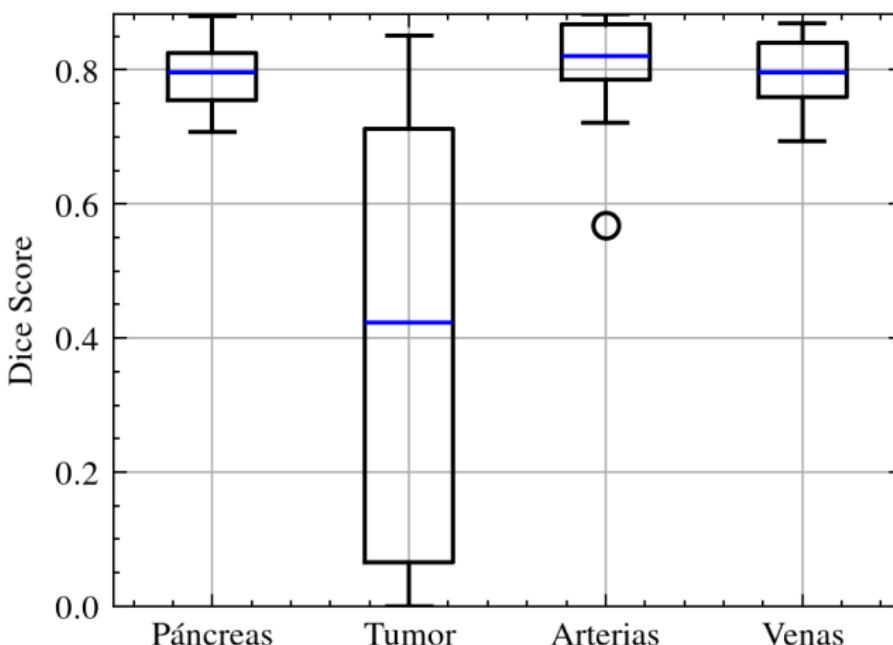
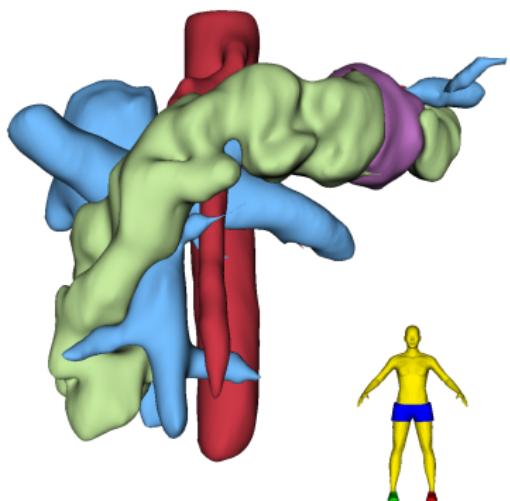
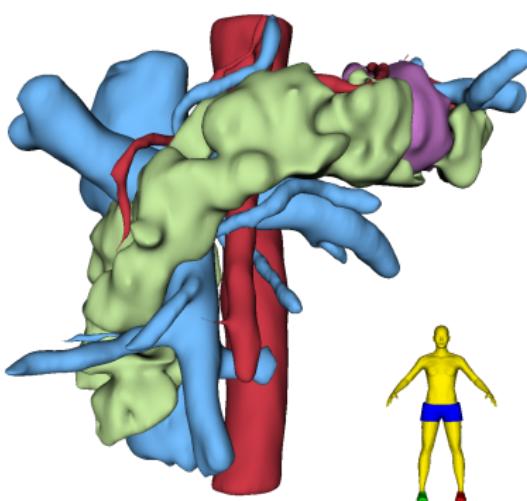


Figura: Dice por clase de SegResNet NoLRS en test

# Evaluación cualitativa: casos representativos



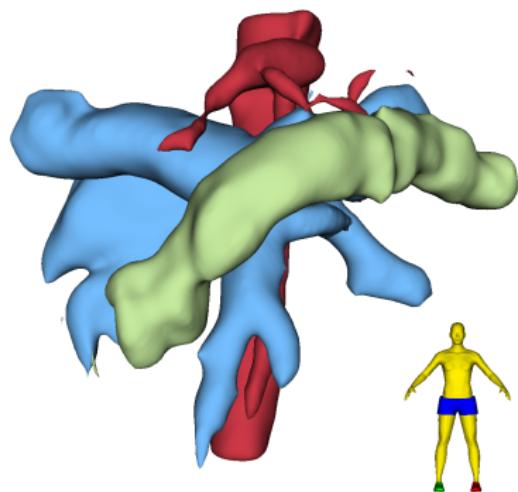
(a) Predicción



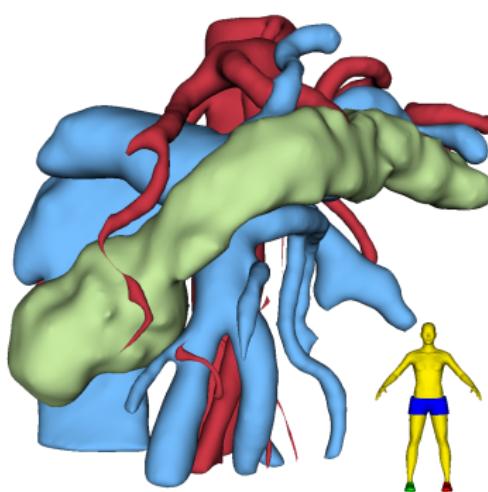
(b) Ground Truth

Figura: Reconstrucción 3D del mejor caso de test

# Evaluación cualitativa: casos representativos



(a) Predicción

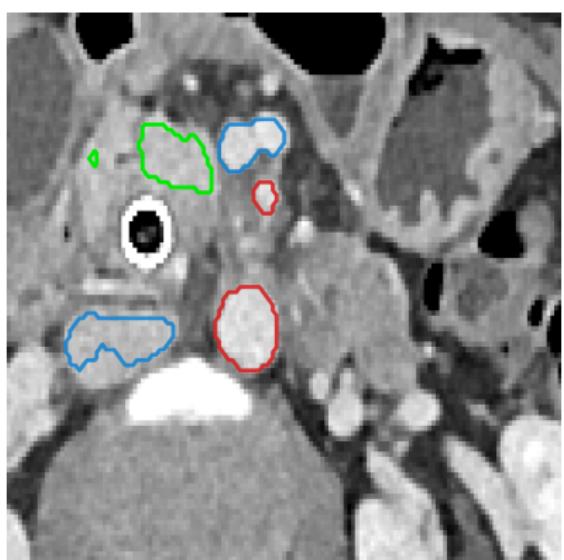


(b) Ground Truth

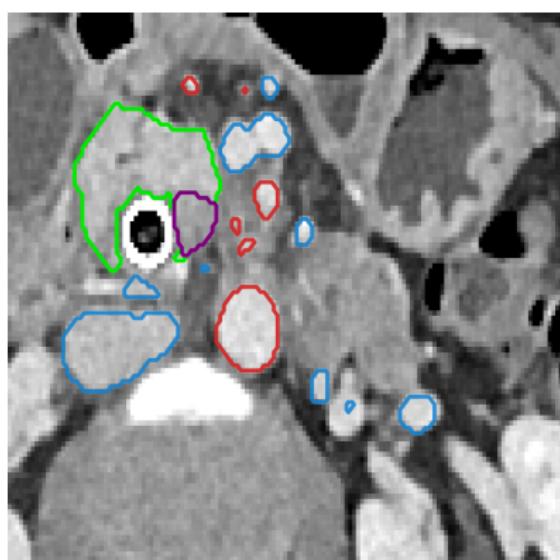
Figura: Reconstrucción 3D del peor caso de test

# Evaluación cualitativa: casos representativos

■ Páncreas ■ Tumor ■ Arterias ■ Venas



(a) Predicción



(b) Ground Truth

Figura: Slice del peor caso con contornos

# Índice

1 Introducción

2 Objetivos

3 Estado del Arte

4 Metodología

5 Implementación

6 Experimentación

7 Conclusiones

# Conclusiones

- Desarrollo de un marco experimental robusto e integrado con MONAI.
- **Alta precisión** en segmentación de páncreas y vasos.
- Rendimiento **prometedor** en la detección de tumores.

**Validación clínica** del equipo del hospital: **gran utilidad** como base para el refinamiento de la segmentación final, suponiendo un **ahorro de tiempo**.

- Segmentación manual completa  $\approx$  3 **horas**.
- Segmentación con modelo  $\approx$  1 **minuto**.

# Trabajos futuros

- Desarrollo de una arquitectura propia.
- Desarrollo de una GUI para especialistas clínicos.
- Ampliación del conjunto de datos.
- Implementación de modelos de Aprendizaje Federado.

Gracias por su atención

# Análisis Avanzado de Imágenes Médicas con Deep Learning para Cáncer de Páncreas

Autor

Álvaro Ruiz López

[alvaroruiz27@correo.ugr.es](mailto:alvaroruiz27@correo.ugr.es)

Director

Francisco Herrera Triguero

Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de Telecomunicación  
Universidad de Granada

25 de junio de 2025



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

