

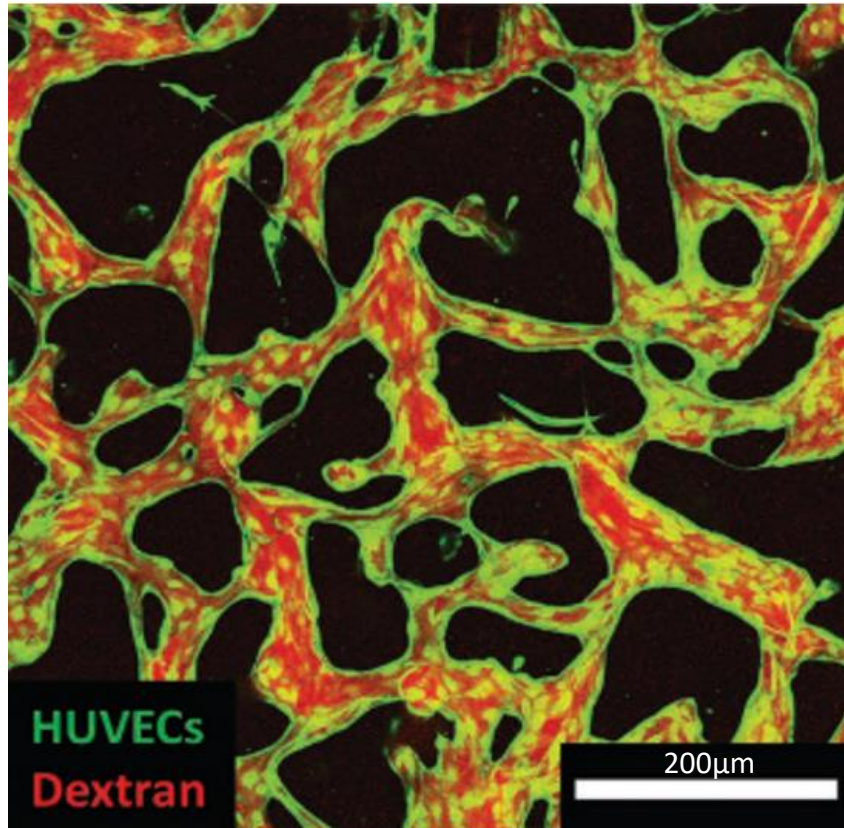


**POLITECNICO**  
MILANO 1863

# ANALISI DELLE VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DI RETI MICROVASCOLARI 3D

*Alberto Rota, Martina Senesi, Adelaide Stucchi, Irene Venturelli*  
*Relatrice: Prof. Maria Laura Costantino, Correlatore: Dr. Luca Possenti*

# INTRODUZIONE



**Microcircolo:** insieme di vasi di dimensione inferiore a  $100\mu\text{m}$  che collega la rete venosa con quella arteriosa

**Scopo della tesi** → Sviluppo di un metodo automatico per l'analisi di immagini tridimensionali di reti microvascolari



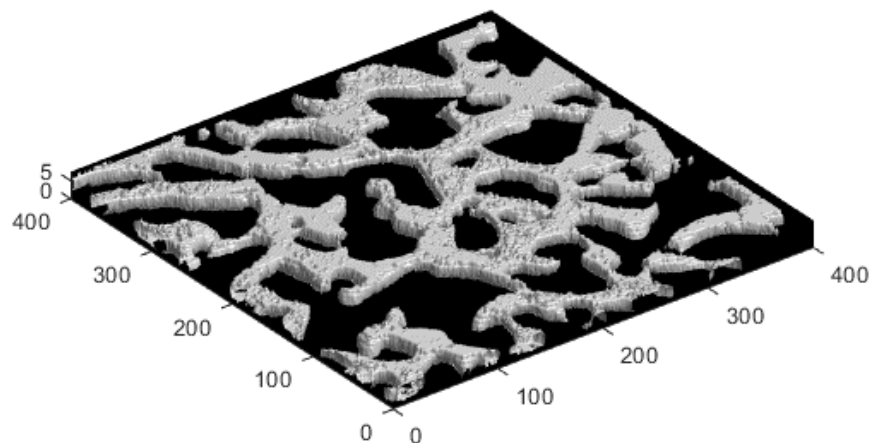
# STATO DELL'ARTE

<b>AngioQuant</b> 2005 <i>[Niemistö A. et al.]</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Versatilità delle immagini in input</li><li>• Adattabilità dell'algoritmo di segmentazione</li></ul>
<b>AngioTool</b> 2011 <i>[Zudaire E. et al.]</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprensivo di Segmentazione, Scheletrizzazione e Analisi → Ottimizzazione dei risultati</li></ul>
<b>RAVE</b> 2011 <i>[Seaman M.E., Peirce M. Kelly K.]</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacità di distinzione di immagini che risultano visivamente molto simili</li></ul>
<b>REAVeR</b> 2020 <i>[Corliss B.A. et al.]</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Basso tempo di esecuzione</li><li>• Elevata accuratezza dei risultati ottenuti</li></ul>

**REAVeR** è stato scelto per l'analisi bidimensionale:

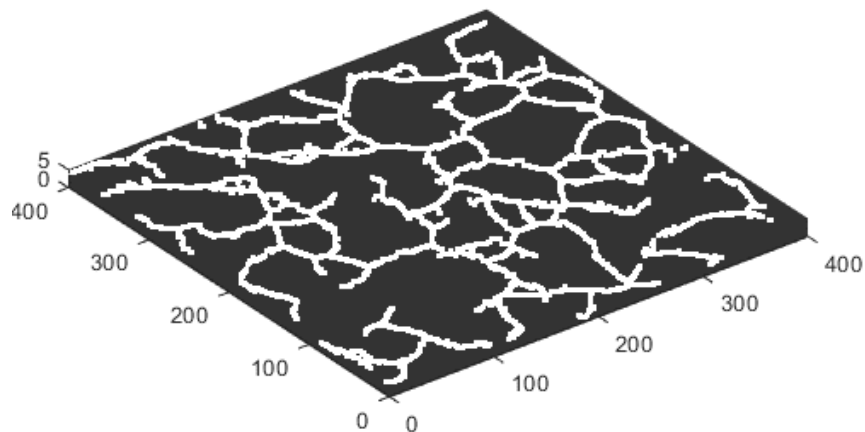
- Accuratezza e sensibilità maggiori rispetto agli altri programmi
- Minore errore assoluto nel calcolo dei parametri
- Ridotto tempo di calcolo richiesto

# SEGMENTAZIONE E SCHELETRIZZAZIONE 3D



## **Segmentazione:** *ActiveContour*

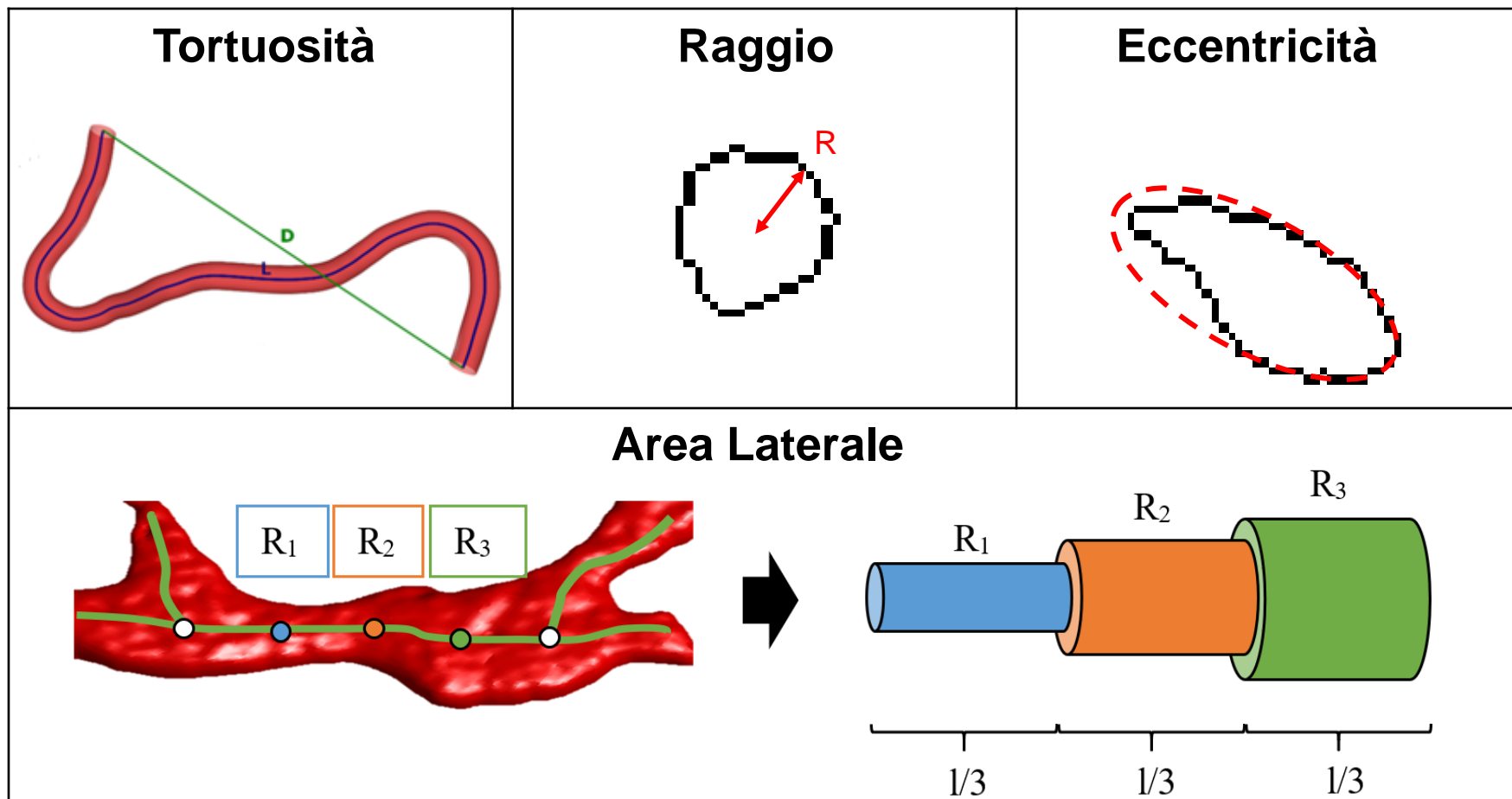
- Distinzione di vaso e sfondo
- Base per il calcolo dei parametri morfologici



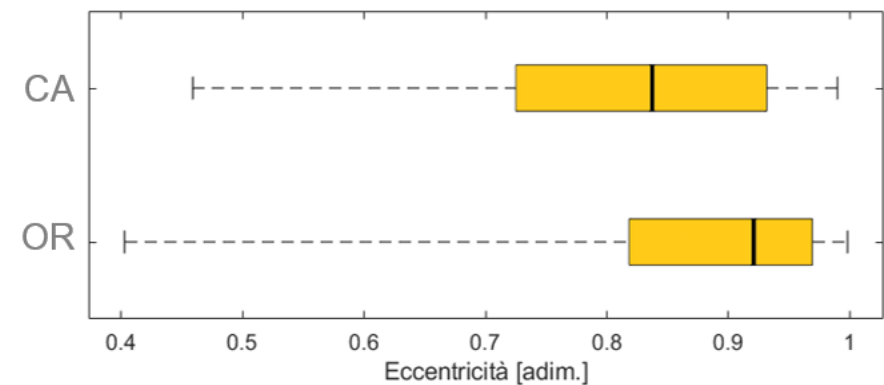
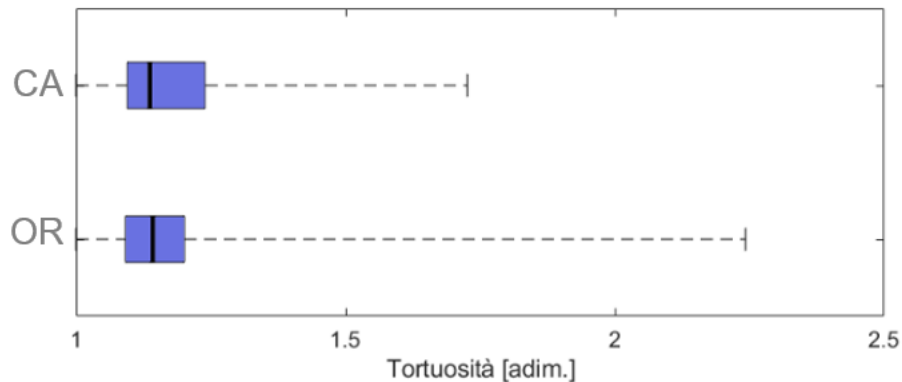
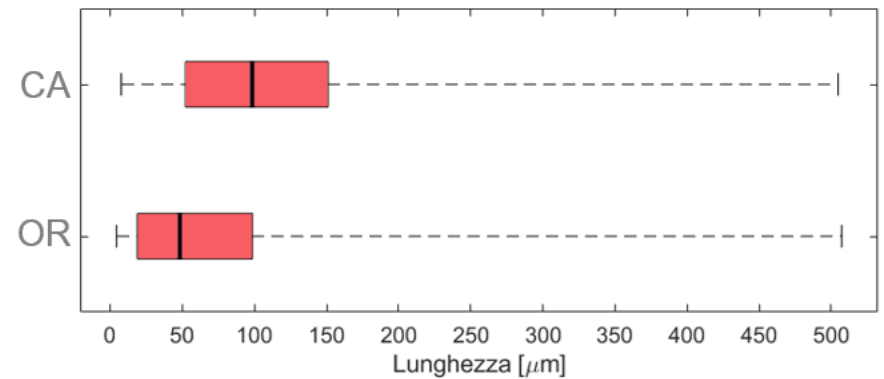
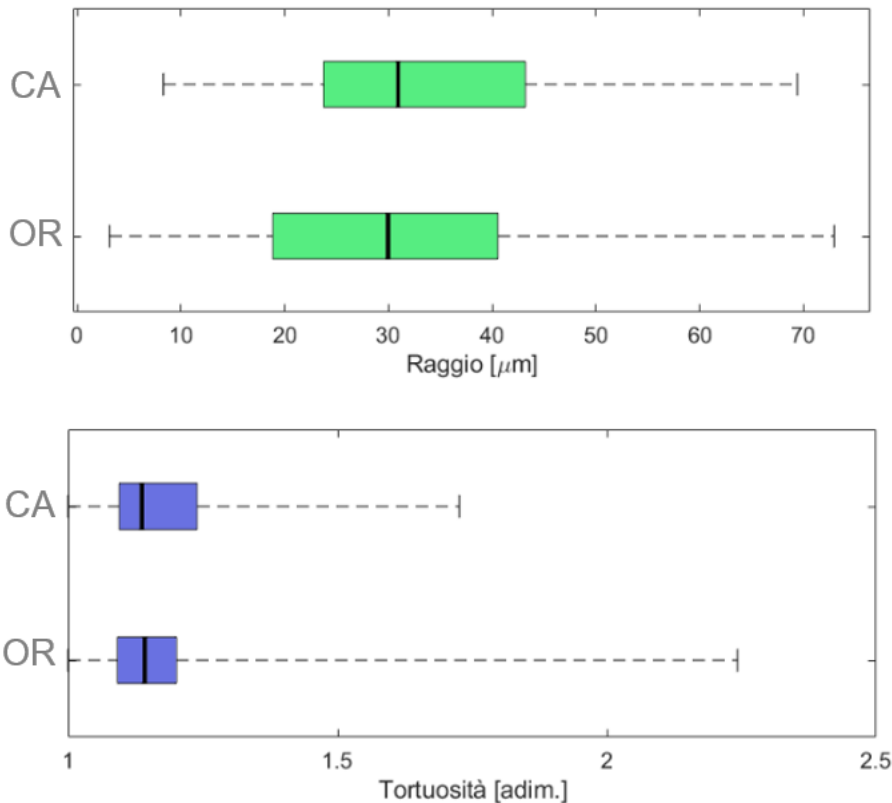
## **Scheletrizzazione:** *Skeleton3D*

- Riduzione alla centerline
- Base per il calcolo dei parametri topologici

# ANALISI MORFOLOGICA

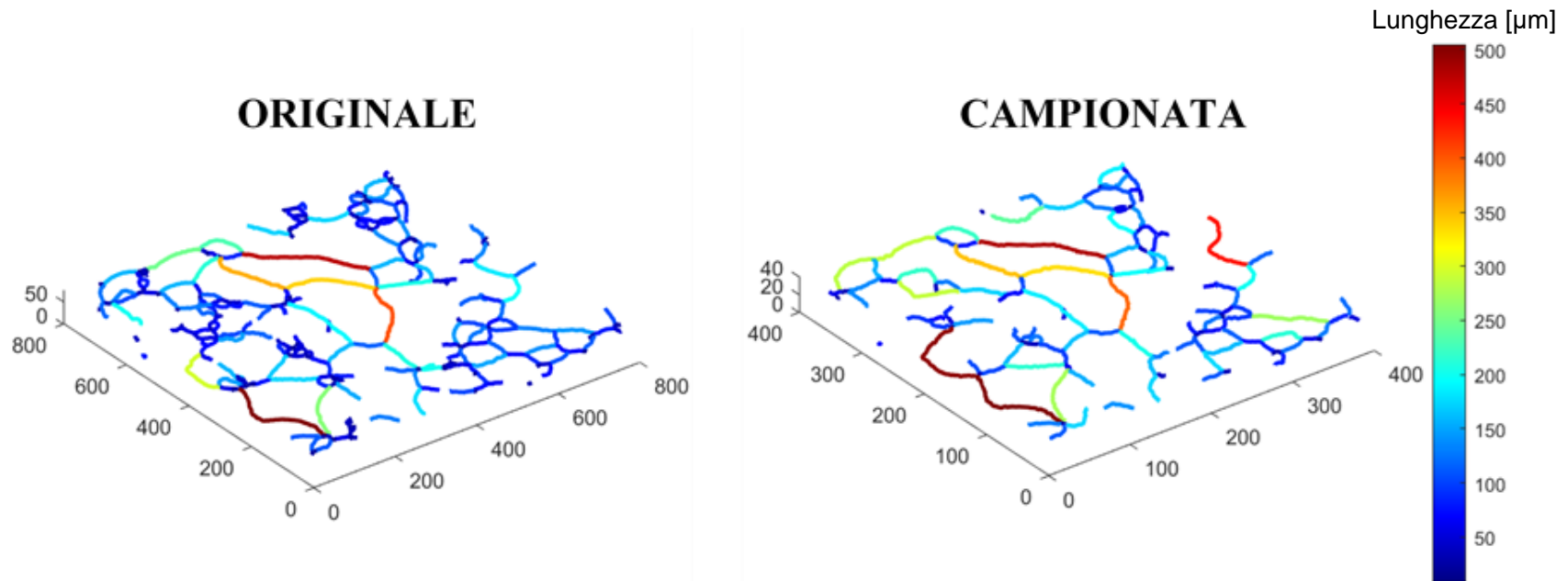


# Downsampling



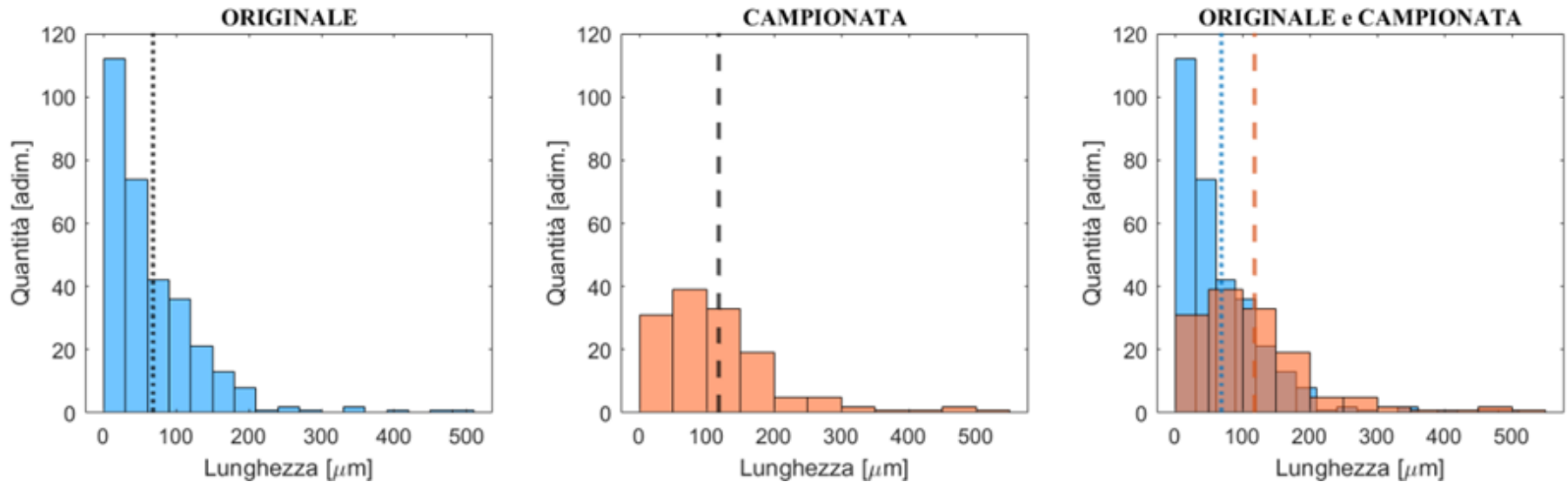
**CA:** Volume campionato **OR:** Volume originale non campionato

# Downsampling



La differenza in lunghezza è dovuta all'eliminazione di vasi corti a causa del campionamento, quindi l'aumento del valore mediano è giustificata nel *trade-off* con la riduzione del tempo computazionale ottenuta con il downsampling

# Downsampling



La differenza in lunghezza è dovuta all'eliminazione di vasi corti a causa del campionamento, quindi l'aumento del valore mediano è giustificata nel *trade-off* con la riduzione del tempo computazionale ottenuta con il downsampling

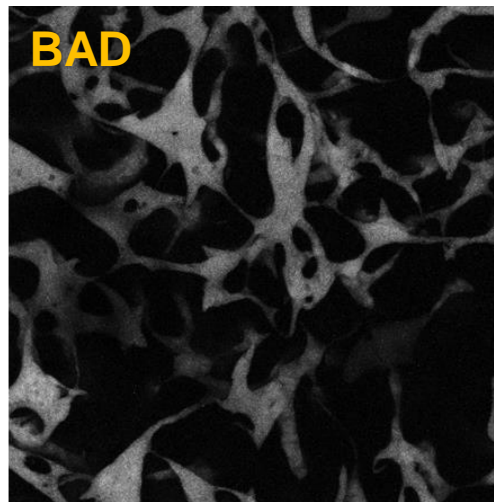
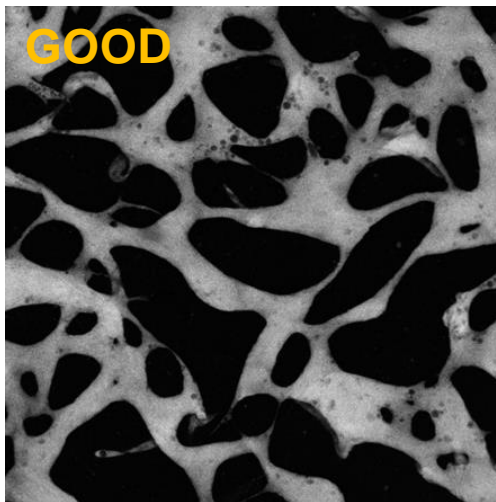


# ANALISI PRELIMINARE DELL'ALGORITMO

Criteri di classificazione qualitativa:

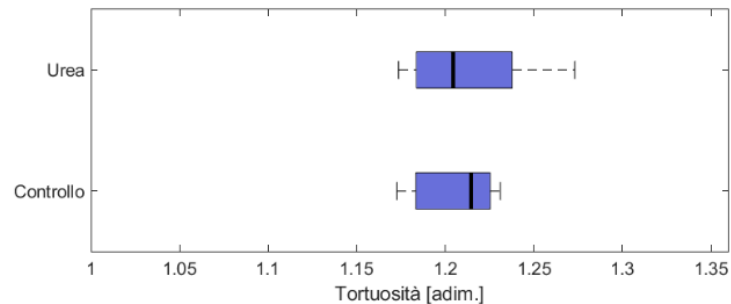
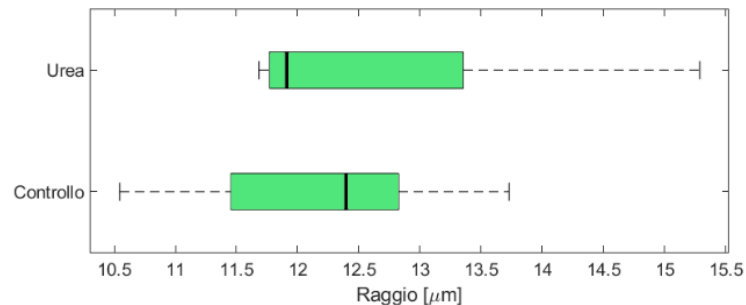
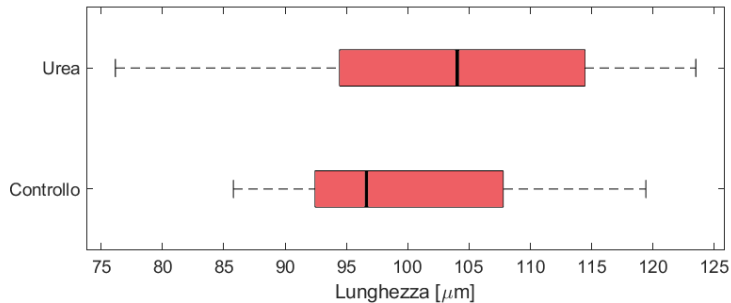
- Contrasto
- Rumore
- Grado di connettività

L'algoritmo produce risultati coerenti con la classificazione qualitativa effettuata



Lunghezza, raggio e superficie laterale hanno mediana più bassa nelle reti BAD

# APPLICAZIONE: RETI MICROVASCOLARI TRATTATE CON UREA



Valutazione dell'effetto dell'urea sulla morfologia microvascolare

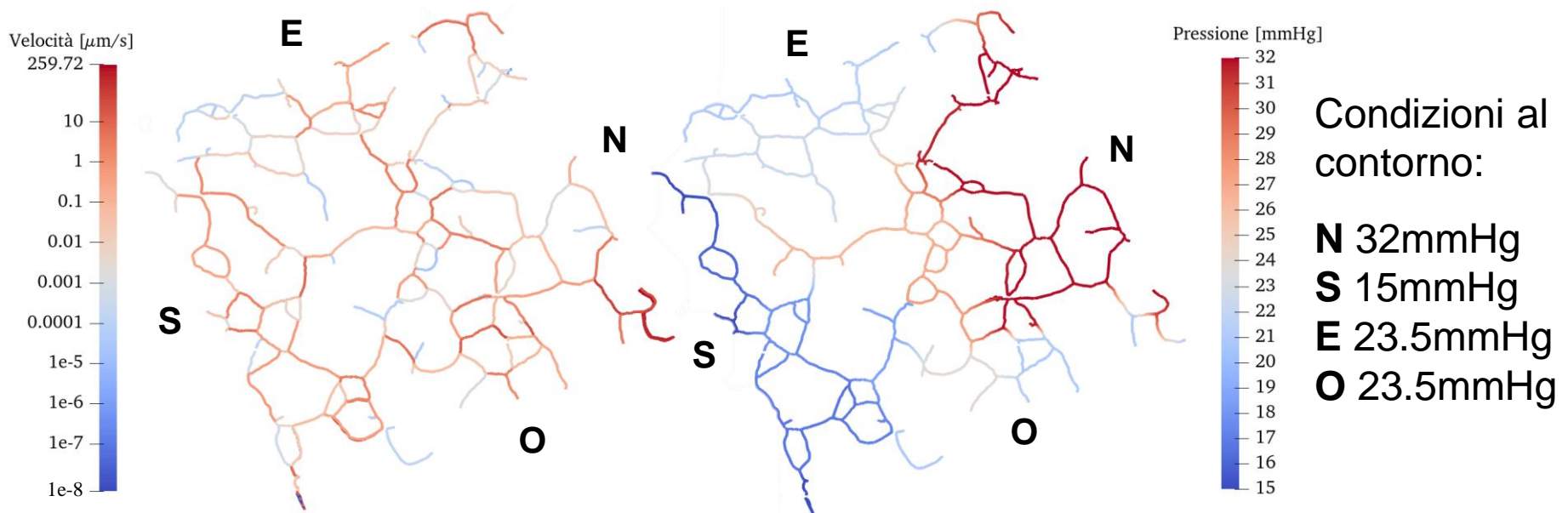


Test statistico non parametrico a campioni disaccoppiati: **U-Test di Mann-Whitney**



L'ipotesi nulla «*Non sono presenti differenze significative tra le distribuzioni*» è accettata per ogni test.

# SIMULAZIONE FLUIDODINAMICA



- I valori di **pressione** sui vasi non periferici rientrano nel range imposto con le condizioni al contorno
- I valori delle **velocità** sono coerenti con i valori di pressione alle biforcazioni

# LIMITI E CONCLUSIONI

## **Limiti del lavoro:**

- La maggior parte degli algoritmi in letteratura lavora su immagini in 2D → Non utilizzabili per il confronto

## **Limiti dell'algoritmo:**

- Imprecisioni sull'analisi dei vasi di piccole dimensioni
- Approssimazione sul calcolo dell'area laterale

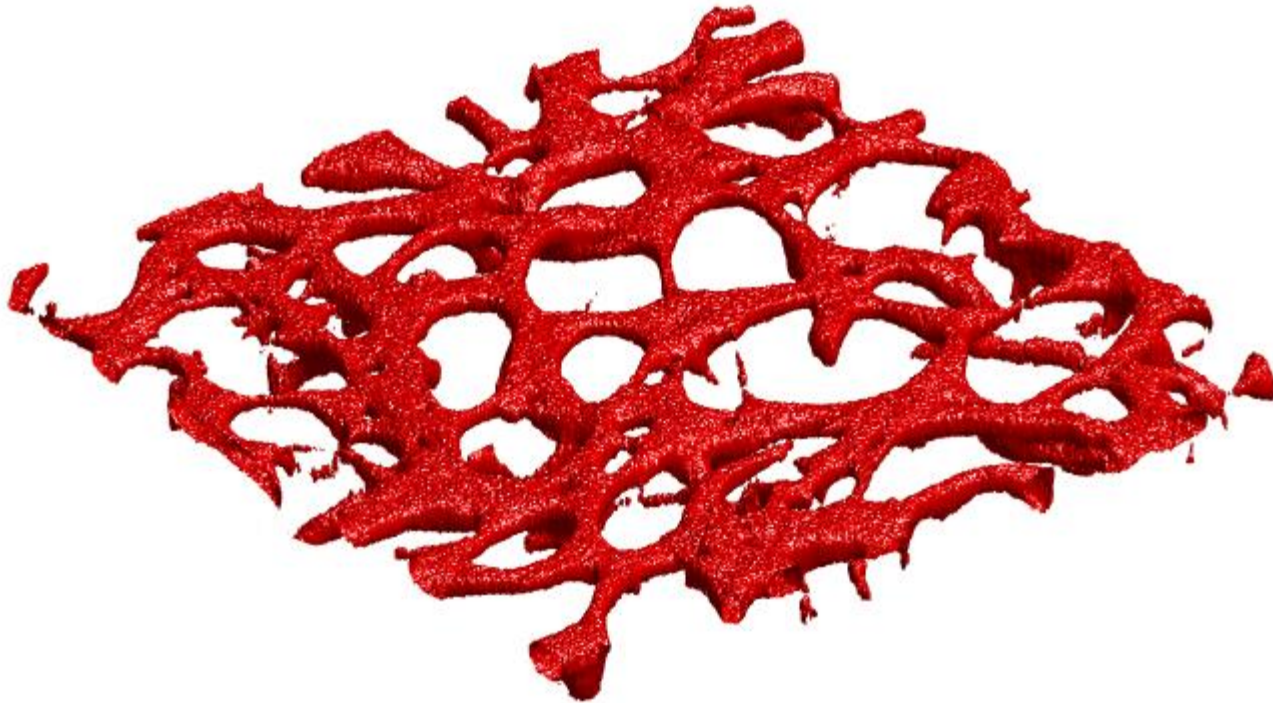
## **Conclusione:**

È stato sviluppato un algoritmo universale e automatizzato per l'analisi topo-morfologica di reti microvascolari 3D: i parametri dell'analisi sono personalizzabili a seconda che l'utilizzatore prediliga l'accuratezza dei risultati o il tempo computazionale impiegato

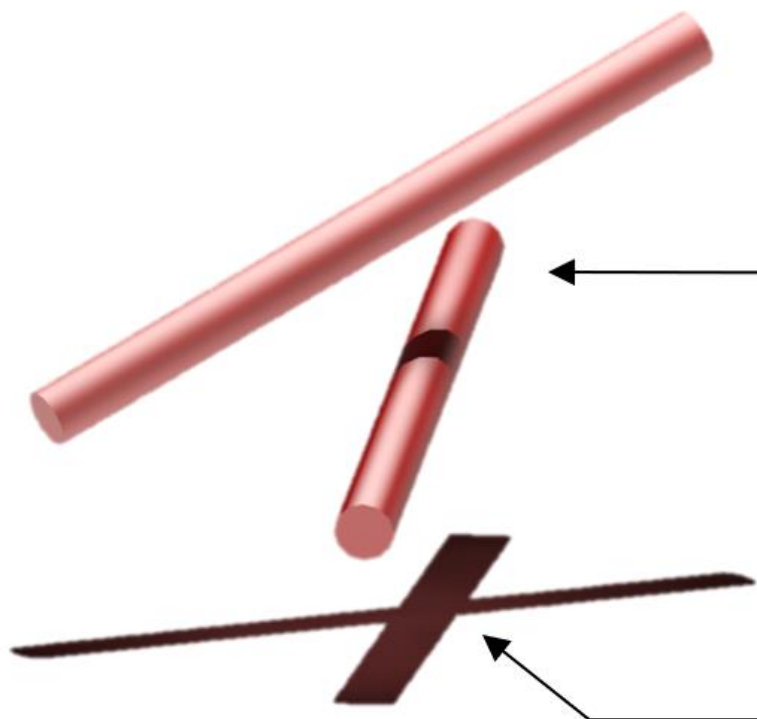
# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

*Alberto Rota, Martina Senesi, Adelaide Stucchi, Irene Venturelli*

*Relatrice: Prof. Maria Laura Costantino, Correlatore: Dr. Luca Possenti*

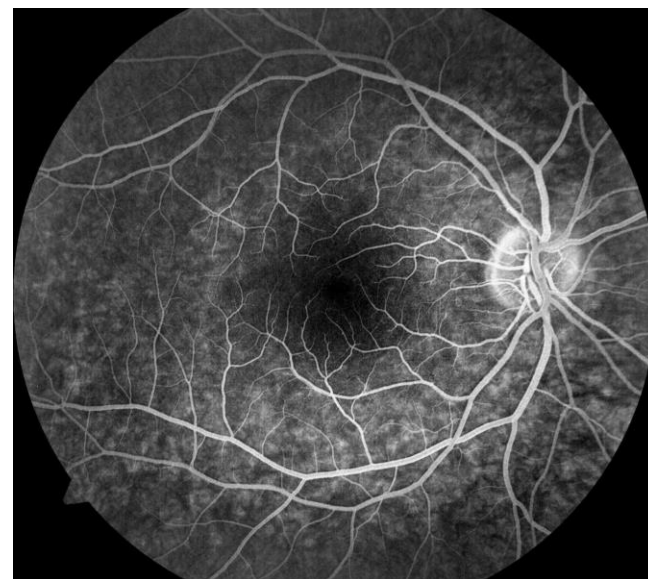
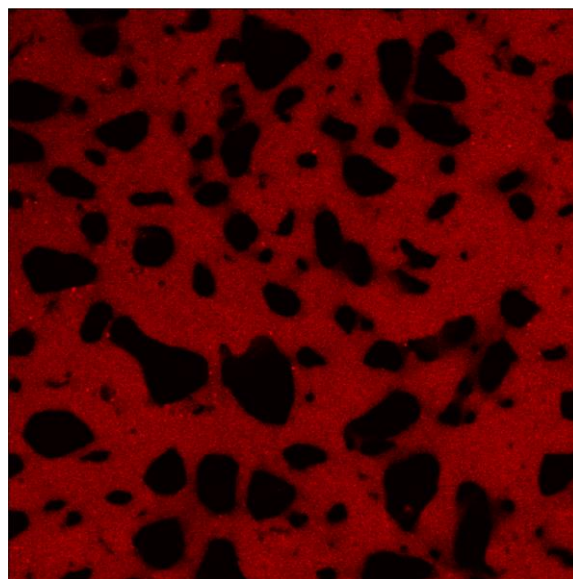
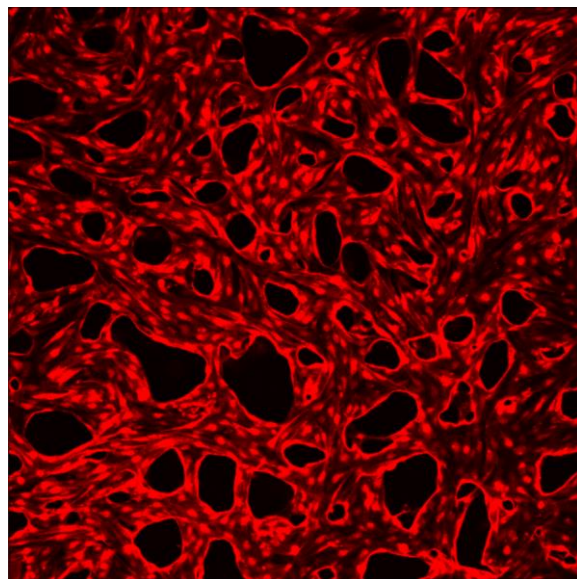




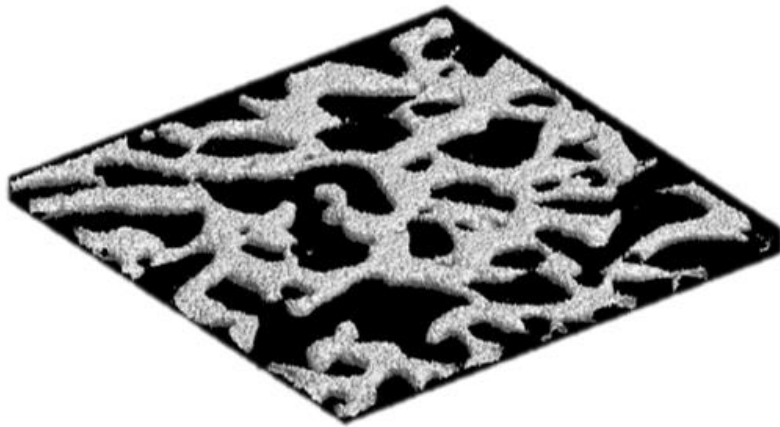


Caso 3D: Nessuna intersezione

Proiezione 2D: Intersezione



**ActiveContour**



**Deep Learning**

