

Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione
Corso di laurea in Bioingegneria

**Modellazione CAD e FEM della protesi
valvolare
Portico St. Jude**

Relatore: Prof. **Simone Morganti**

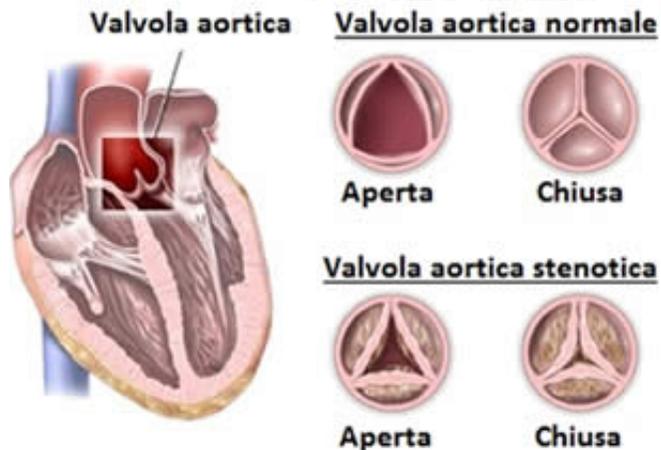
Manuel Ciervo
UIN 410546

- Introduzione
 - Problema clinico
 - TAVI (Transcatheter Aortic Valve Implantation)
 - la valvola Portico St. Jude
- Obiettivo
- Metodi:
 - Analisi MicroCT
 - Modellazione CAD
 - Discretizzazione FEM
- Conclusione

► Il Cuore e le valvole cardiache

Cuore formato da **atri** e **ventricoli**:

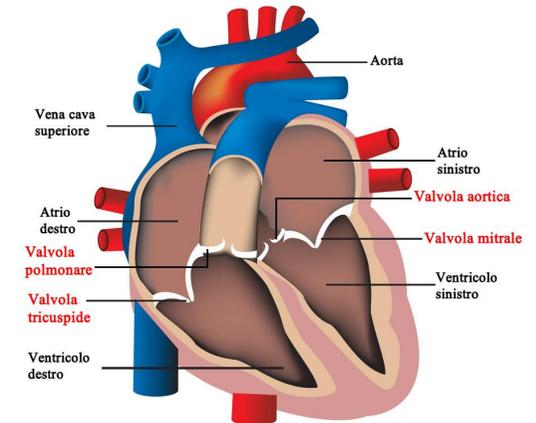
- Ventricolo sinistro: **valvola tricuspide** e **valvola polmonare**
- Ventricolo destro: **valvola mitrale** e **valvola aortica**



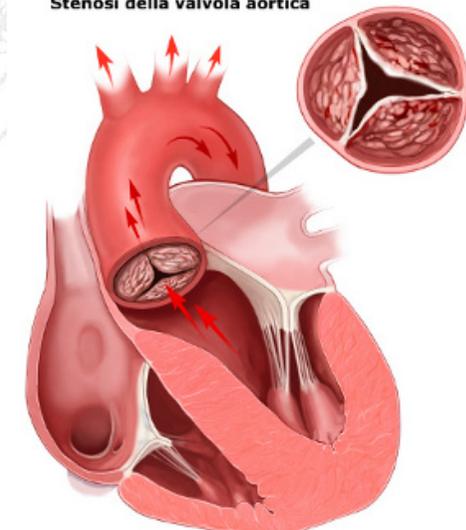
► La valvola Aortica

- Collega **ventricolo sinistro** e **arteria aorta**
- Permette al sangue di uscire dal cuore e irrorare i tessuti e gli organi del corpo

LE VALVOLE CARDIACHE



Stenosi della valvola aortica

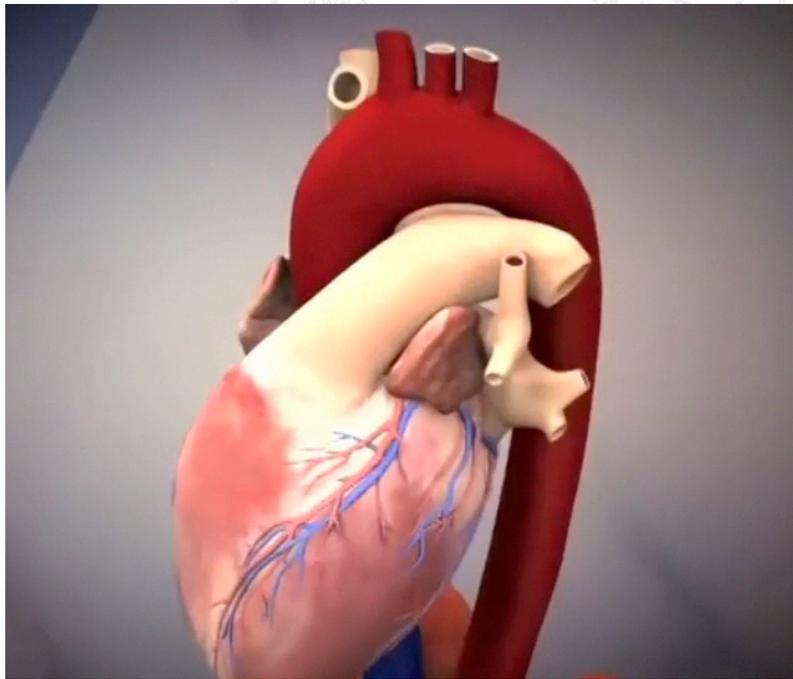


► La stenosi aortica

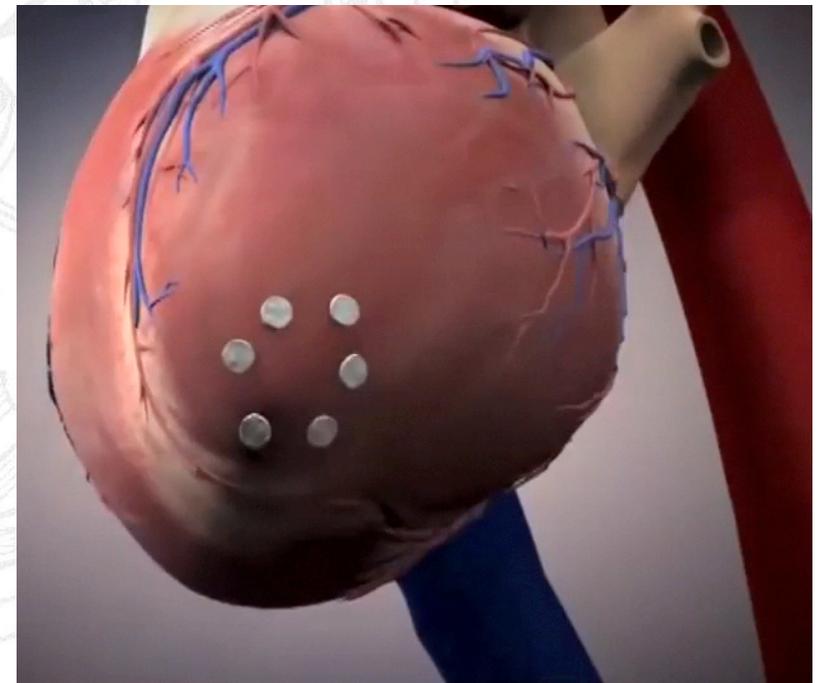
- Si presenta quando l'**orifizio valvolare si riduce** al di sotto dei valori normali di superficie (3-4 cm²)
- L'ostruzione determina la presenza di un **elevato gradiente** pressorio tra ventricolo ed aorta.

Procedura TAVI

- Opzione di trattamento per pazienti che **non** sono **buoni** candidati per **intervento chirurgico**
- Un catetere contenente la protesi viene posizionato in un'arteria e guidato verso il cuore
- Due approcci più comuni:
 - approccio **transfemorale** che utilizza arteria femorale
 - approccio **transapicale** che richiede la toracotomia e la foratura del ventricolo sinistro



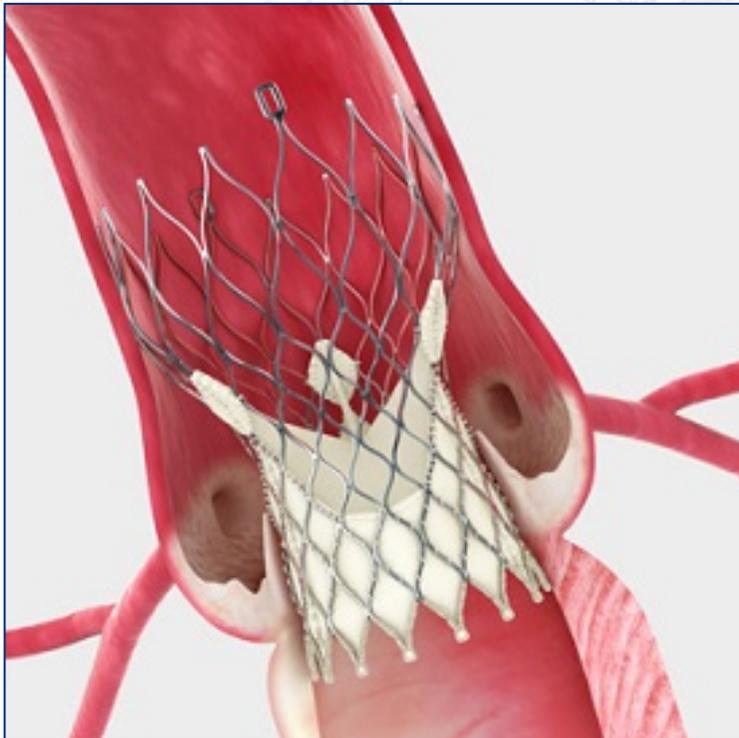
approccio transfemorale



approccio transapicale

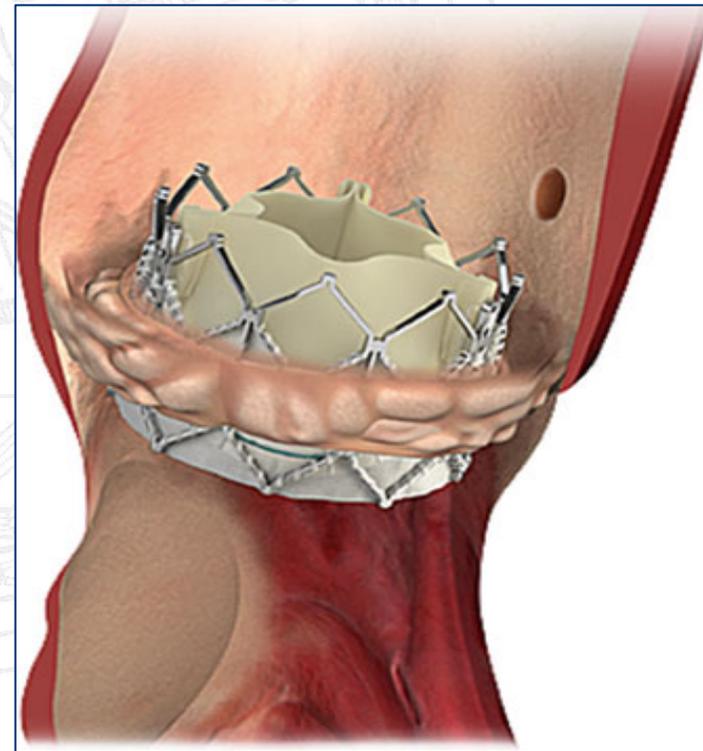
▶ Valvola Medtronic CoreValve

- stent **auto-espandibile** in Nitinol
- facile **posizionamento** e parziale riposizionabilità
- Approccio **transfemorale**



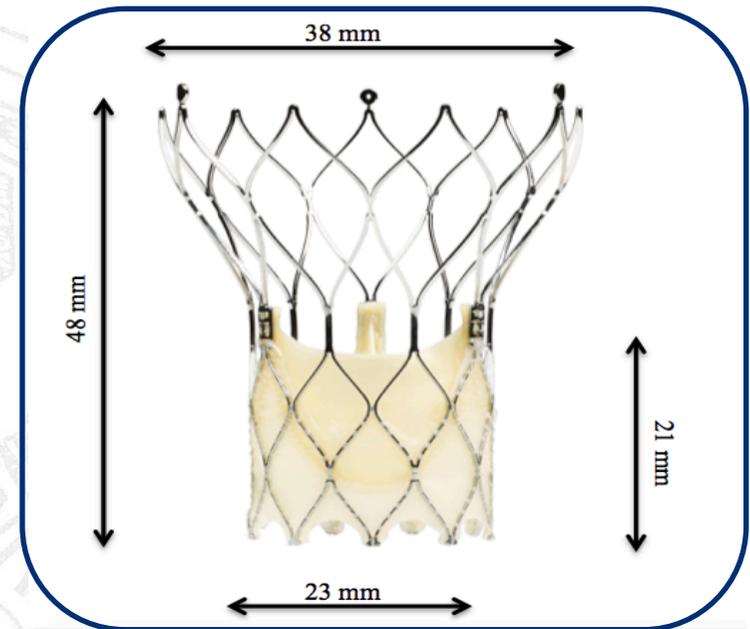
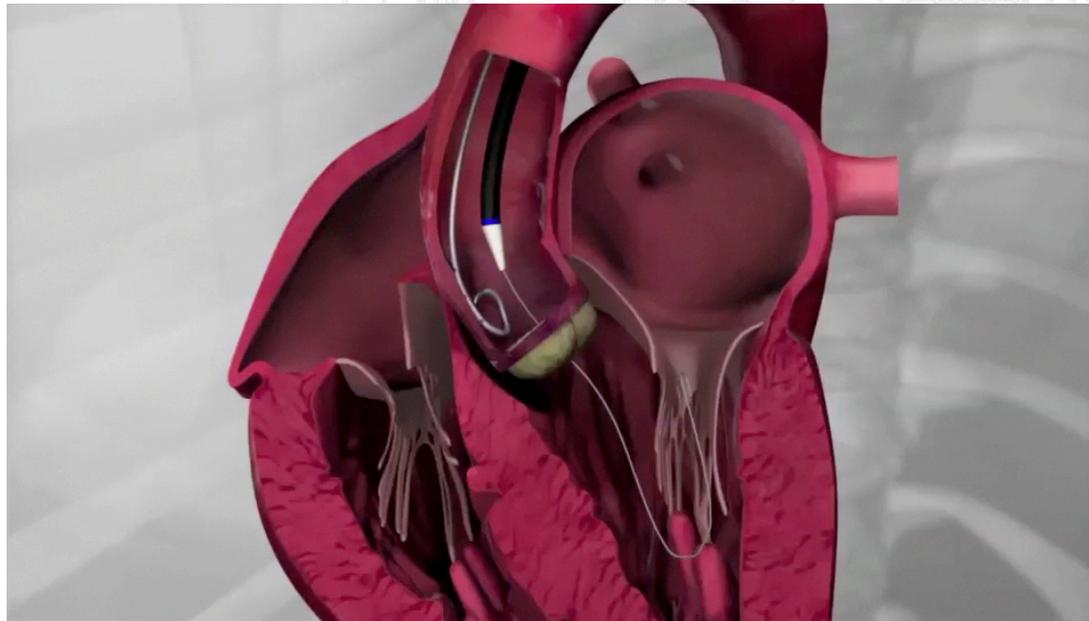
▶ Valvola Edward Sapien

- stent in lega **cromo cobalto** espandibile tramite palloncino
- approccio **transfemorale** e approccio **transapicale**



▶ Caratteristiche strutturali

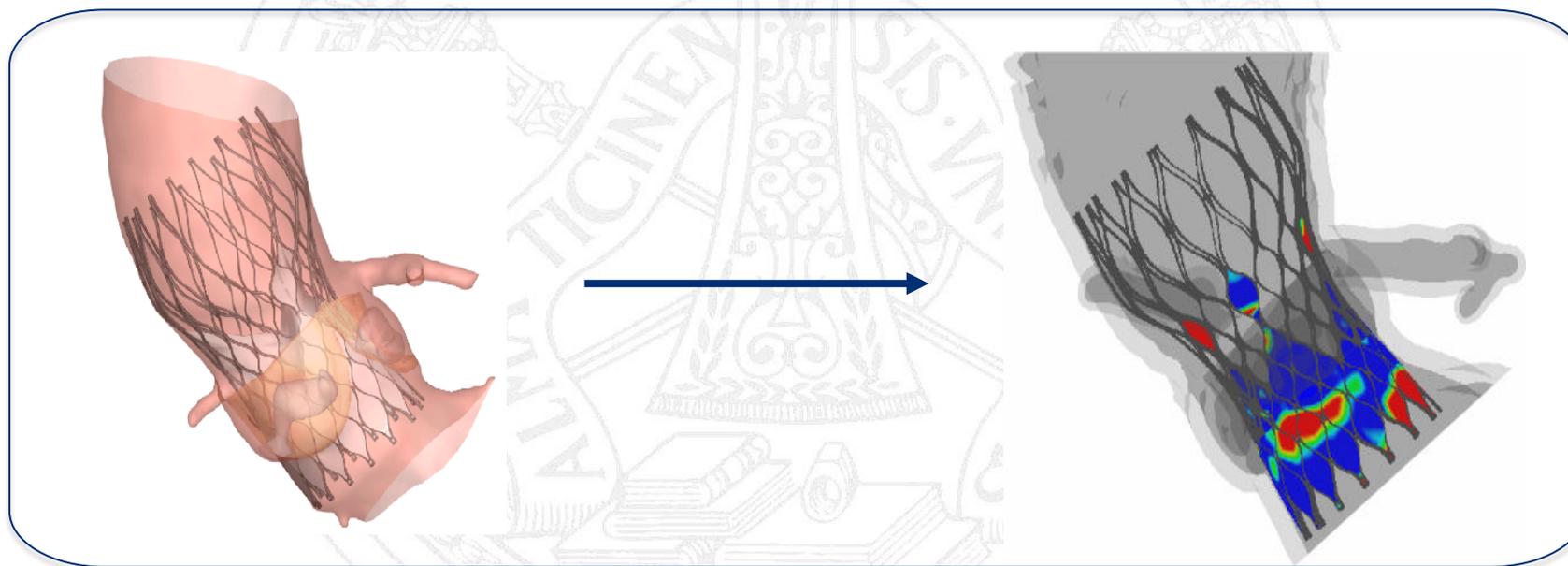
- stent **autoespandibile** in Nitinol
- tessuto **pericardico bovino**
- valvole transcatetere **completamente ritirabile e riposizionabile** in sito



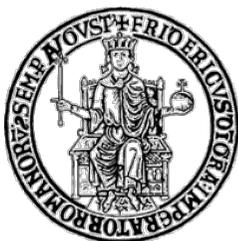
- Un **minor** utilizzo di **tessuto biologico** permette alla valvola una **miglior tenuta**
- La **grandezza** delle **sezioni** dello stent permette di conformarsi **intorno ai noduli calcifici**

► Obiettivi

- **Ricostruzione** della geometria CAD della valvola
- **Ampliamento** della libreria dei modelli per analisi agli elementi finiti delle **protesi disponibili**



Esempio di FEA della valvola Medtronic Corevalve



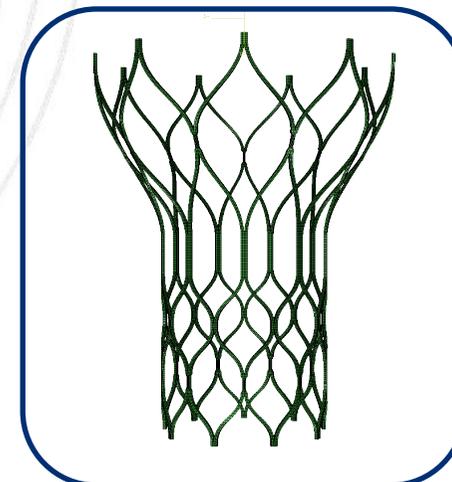
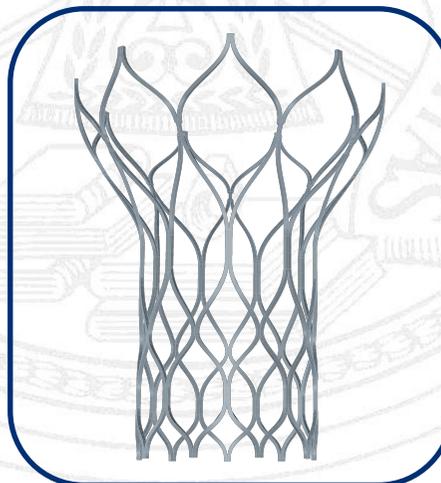
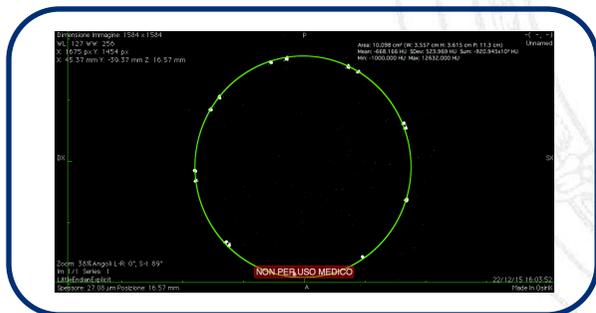
Analisi microCT



Realizzazione modello
CAD

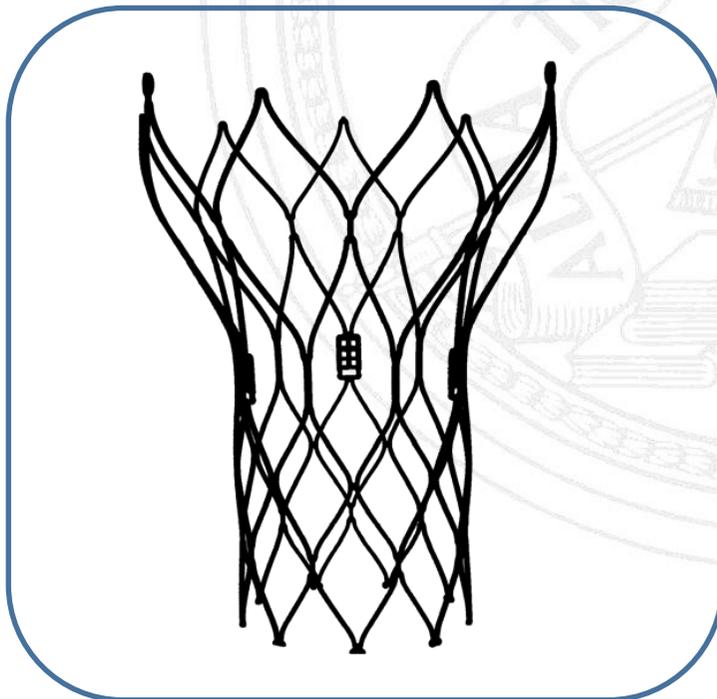
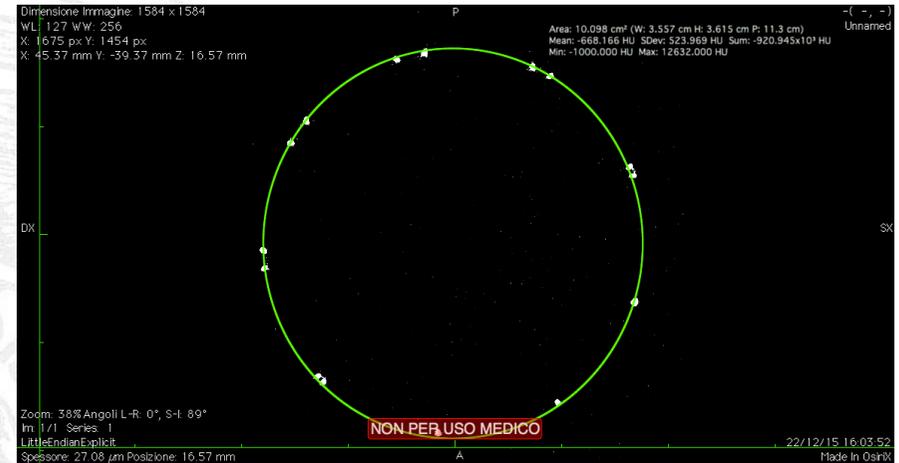


Modellazione
FEM



Misurazioni

- File DICOM fornito dall' università di Napoli Federico II
- Misura delle caratteristiche geometriche della valvola attraverso OsiriX Lite

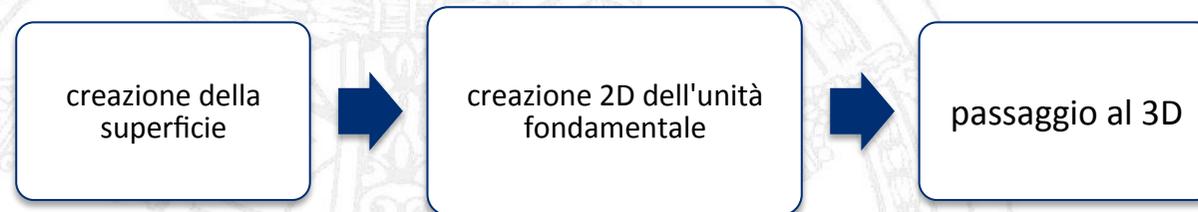


Realizzazione STL

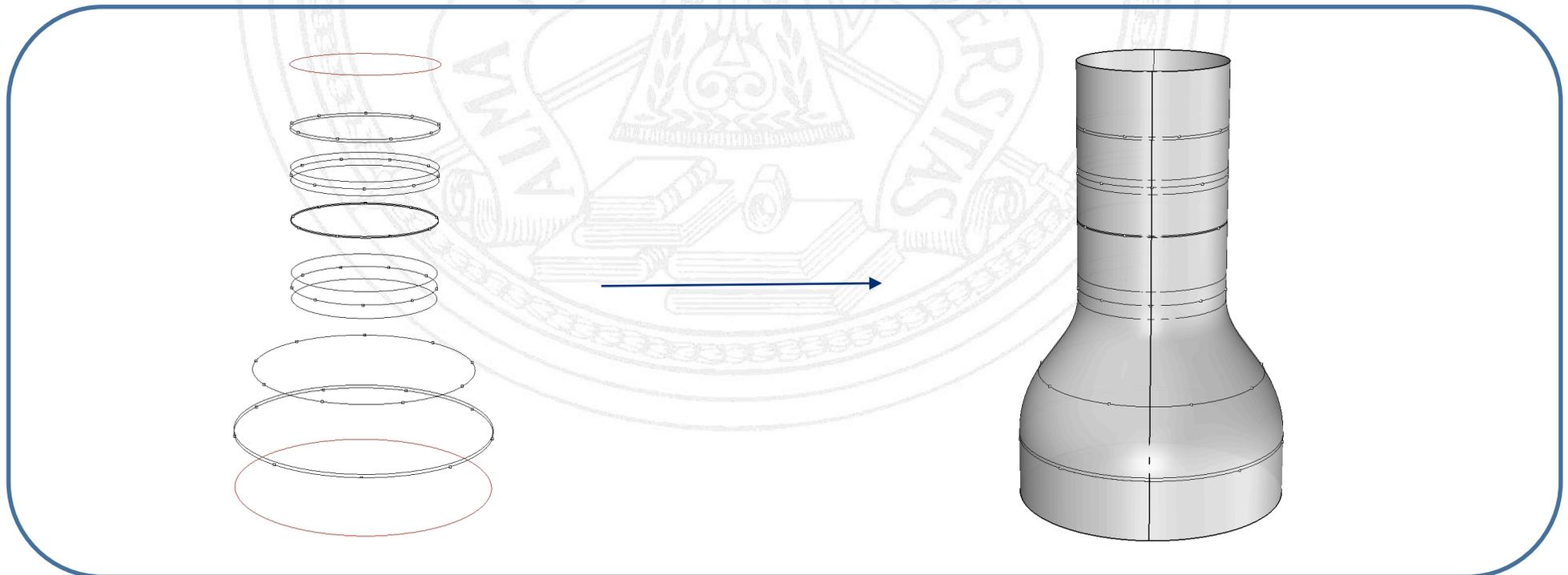
- Segmentazione basata sul metodo del gradiente attraverso il software VMTK
- Creazione del file STL e confronto con il modello CAD

► Software utilizzato e processo seguito

- Rhinoceros Software per realizzazione CAD
- Processo seguito



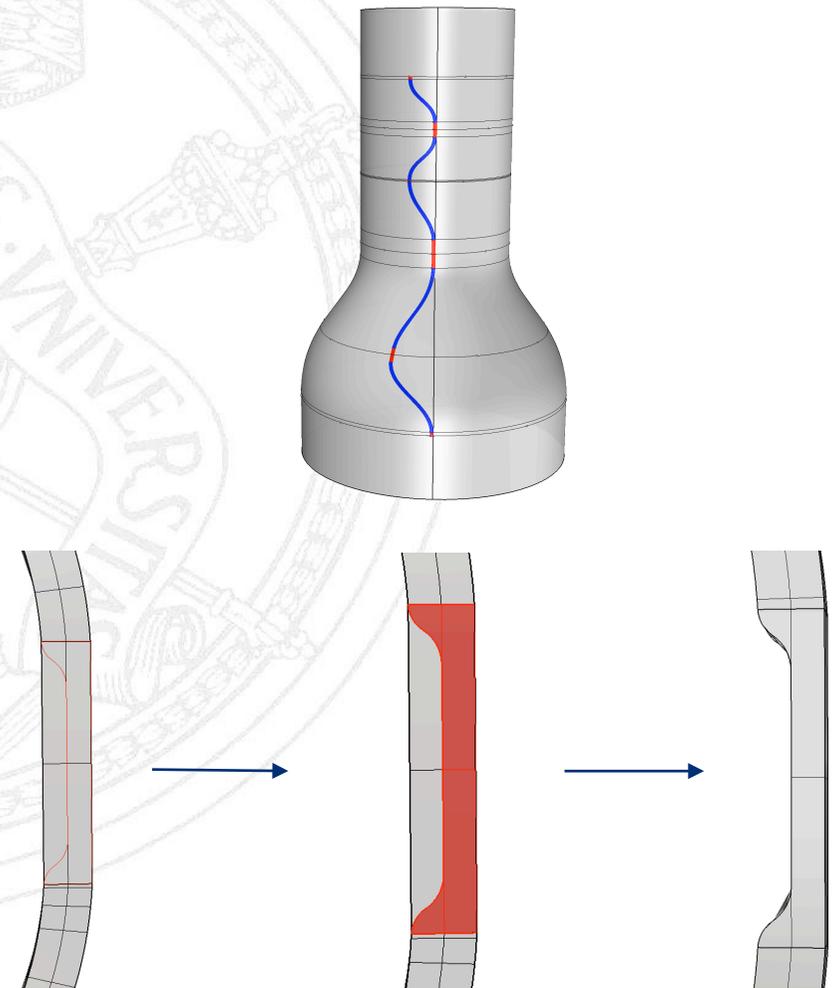
► Creazione superficie



▶ Creazione del profilo dell'unità fondamentale

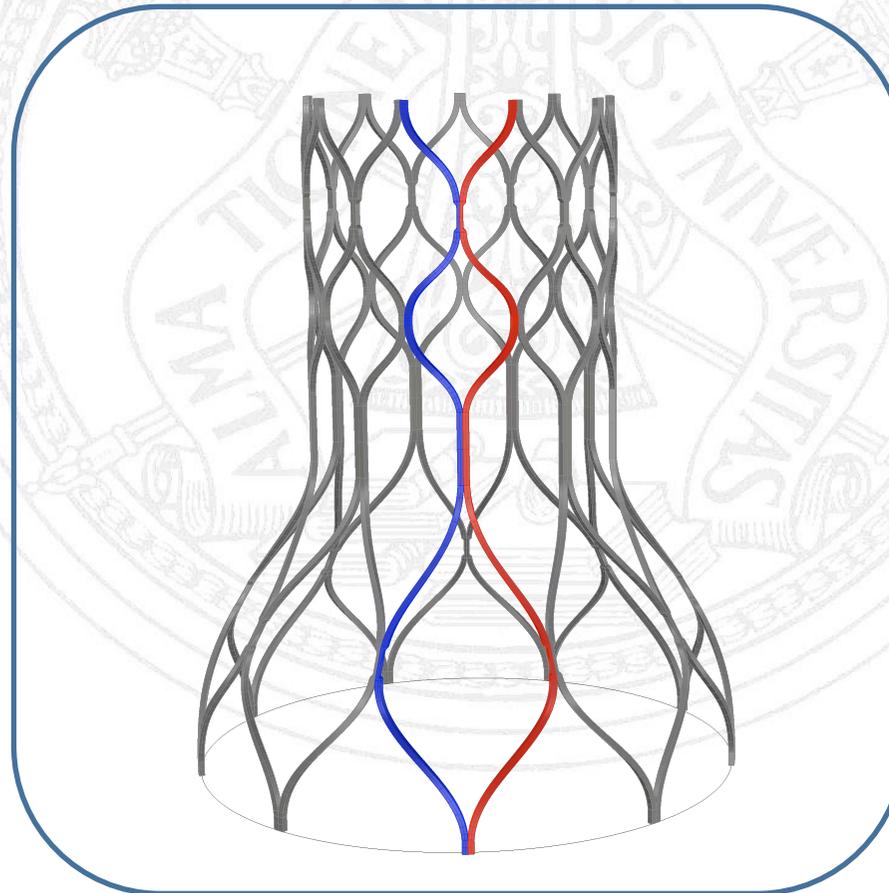


▶ Passaggio al 3D



► Realizzazione struttura completa

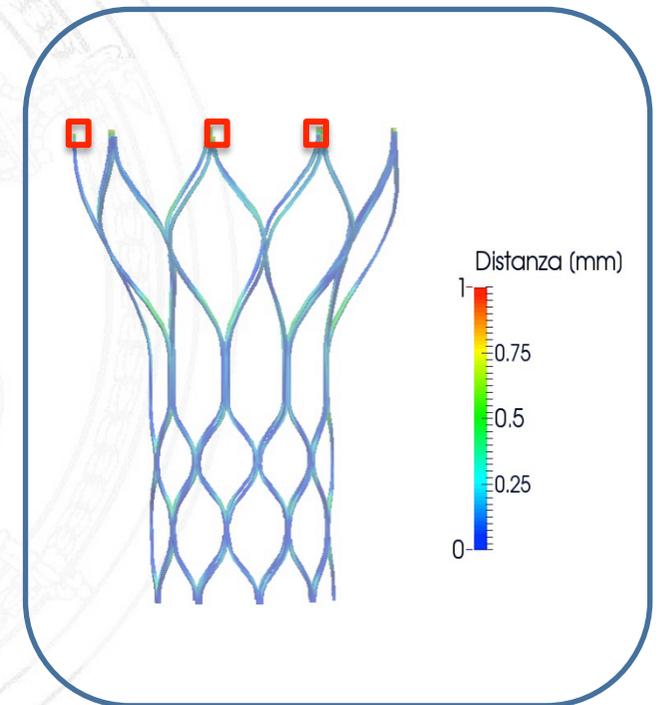
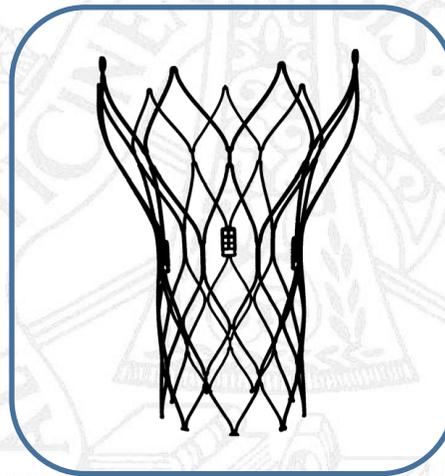
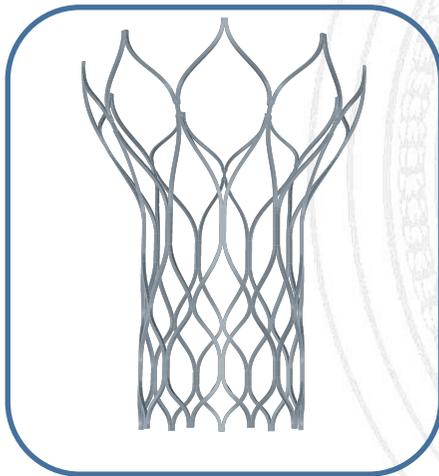
- Copia speculare dell'unità fondamentale
- Serie circolare di nove unità



Confronto

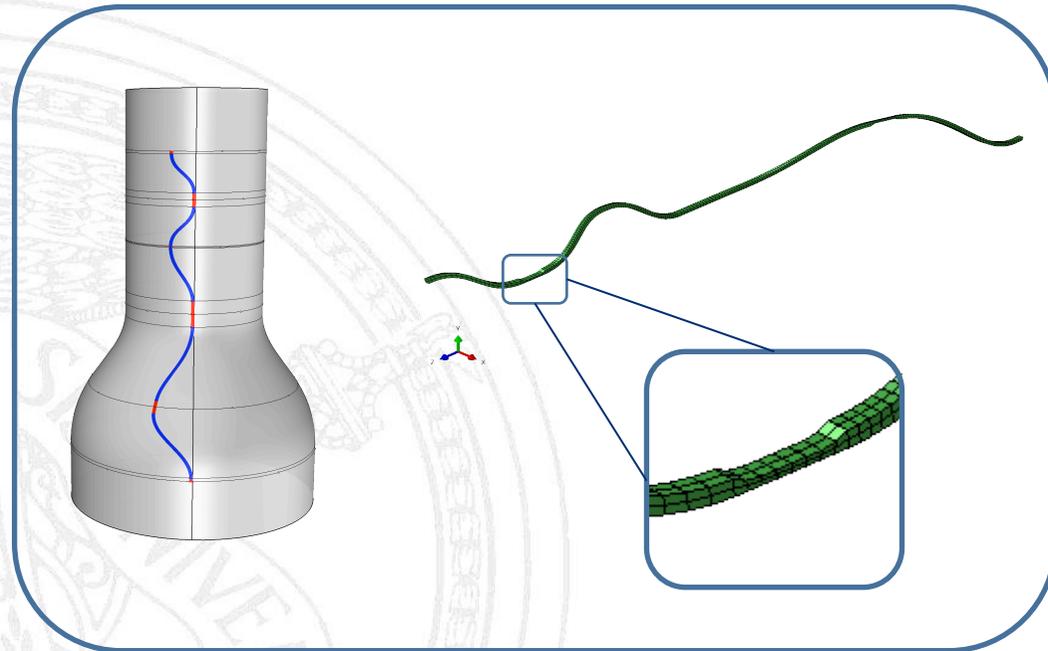
Modello CAD

STL



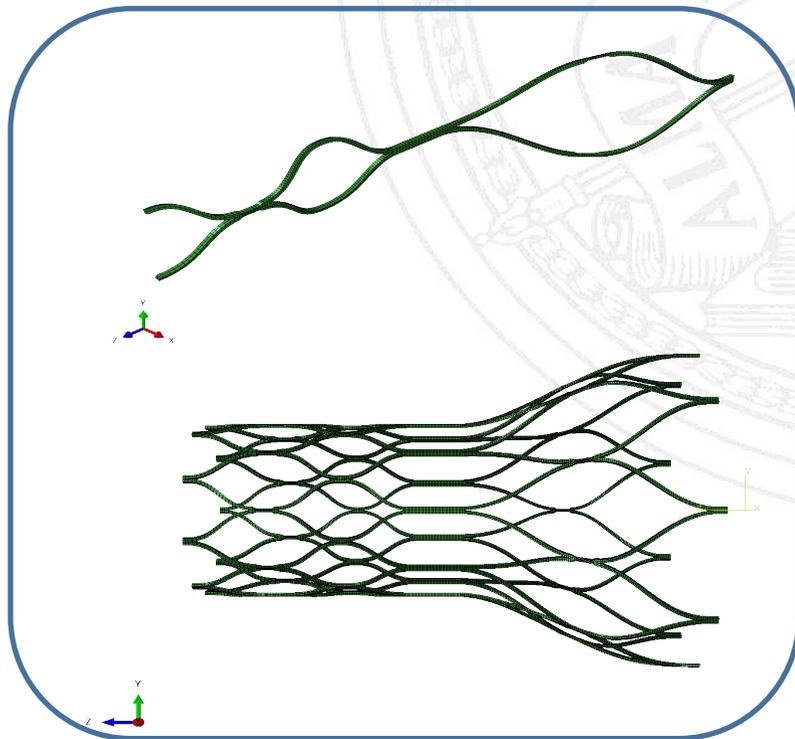
▶ Mesh dell'unità fondamentale

- suddivisione in sotto-unità
- mesh strutturata delle sotto-unità
- merge dei nodi sovrapposti
- modellazione FEM dell'unità fondamentale



▶ Mesh della struttura

- Copia speculare dell'unità fondamentale
- Merge dei nodi sovrapposti
- Serie circolare di nove unità



▶ Cosa abbiamo ottenuto

- Modello CAD della struttura fedele alla valvola originale
- Modello agli elementi finiti FEM con mesh strutturata

▶ A cosa servono

- Ampliamento della libreria dei modelli presenti
- Effettuare analisi ad elementi finiti (FEA) della valvola Portico

▶ Sviluppi futuri

- Utilizzo di questi modelli per una programmazione virtuale predittiva della procedura TAVI

Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione
Corso di laurea in Bioingegneria

Grazie dell'attenzione

**Modellazione CAD e FEM della protesi valvolare
Portico St. Jude**

Relatore: Prof. **Simone Morganti**

Manuel Ciervo
UIN 410546