



UNIVERSITÀ
DI PAVIA

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

ANEURISMA DELL' AORTA TORACO-ADDOMINALE: STAMPA 3D DI MODELLO PER ANALISI FLUIDODINAMICA IN-VITRO

Candidato: **Marco Tronconi**

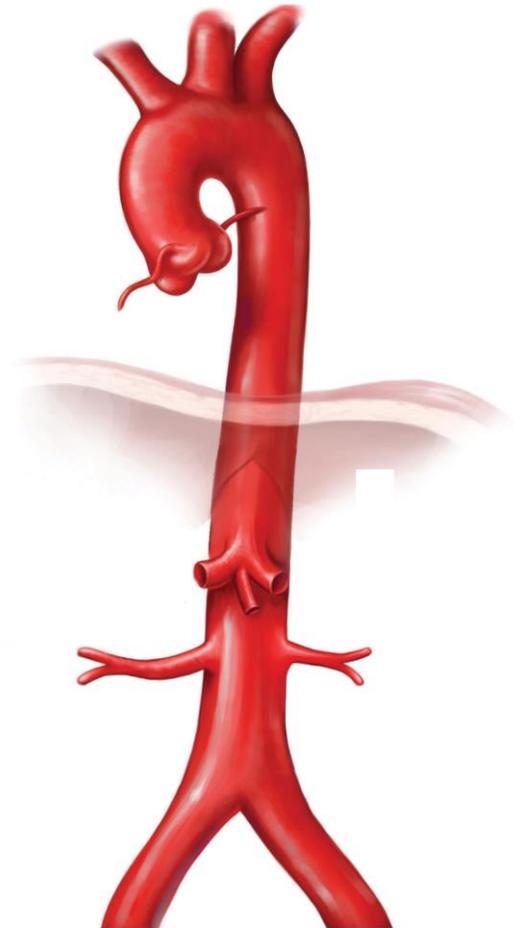
Relatore: **Prof. Michele Conti**

Correlatore: **Ing. Alice Finotello**

A.A. 2018/2019

Distretto anatomico d'interesse

- L'**aorta** è il principale vaso del nostro organismo
- Emerge dal ventricolo sinistro del cuore e trasporta il sangue ossigenato a tutte le parti del corpo
 - Divisa in 3 zone:
 1. Aorta ascendente
 2. Arco aortico
 3. Aorta discendente

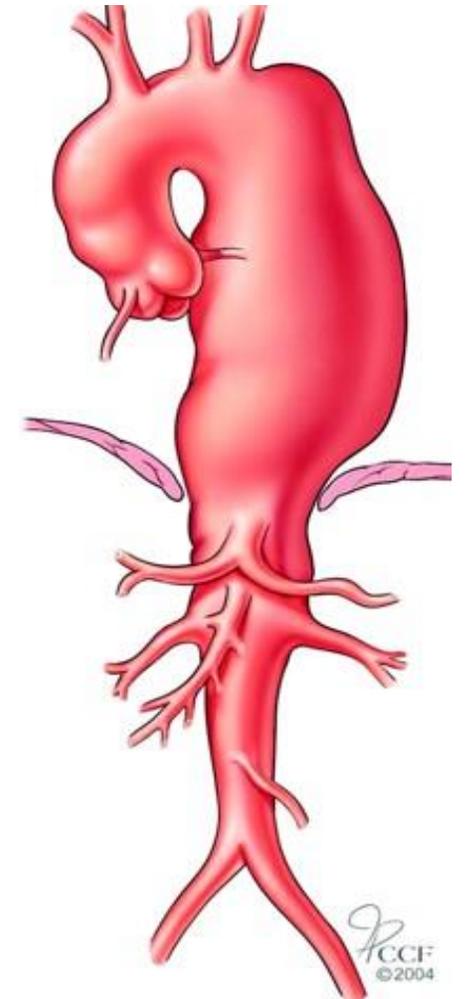


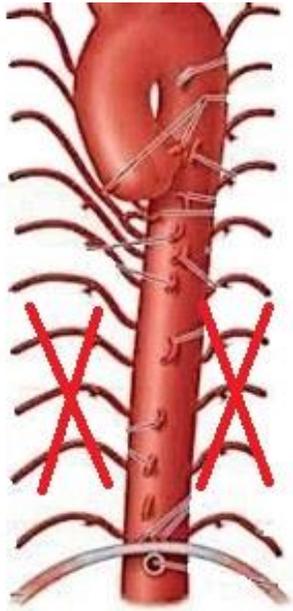
Aneurisma toraco-addominale

- Un aneurisma è una dilatazione di una arteria che presenta diametro superiore al 50% rispetto al diametro standard. Il più esteso è l'aneurisma dell'aorta toraco-addominale (TAAA)
- Rischio di rottura legato al diametro dell'aneurisma

Come intervenire?

- 1) Riparazione chirurgica open
- 2) Riparazione endovascolare dell'aneurisma (EVAR) →
indicata per soggetti ad alto rischio chirurgico

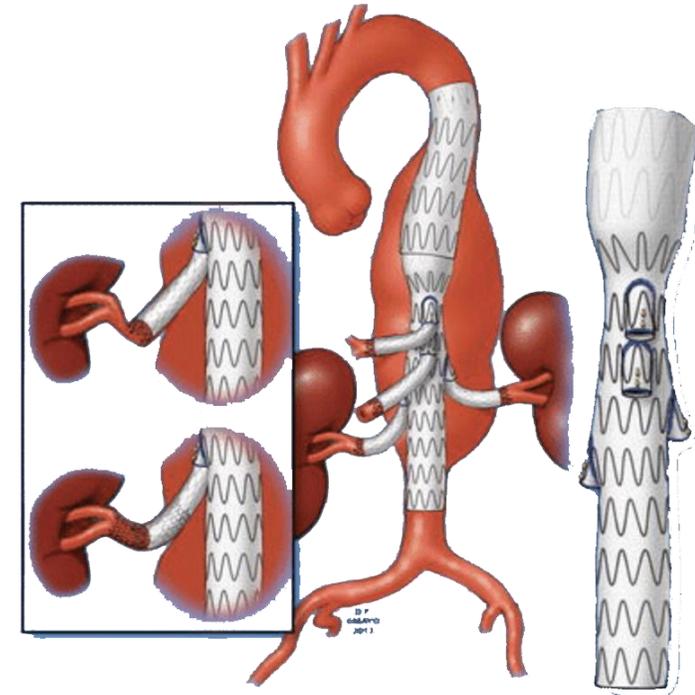




Durante il trattamento endovascolare le arterie che vanno al midollo vengono in parte coperte dall'endoprotesi → aumento del rischio di **ischemia midollare**

Tecnica 2 stages

- I. Posizionamento di uno stent con un numero di fenestrature (da 1 a 4) per preservare il flusso sanguigno ai rami intercostali
- II. Chiusura dei side-branches tramite l'inserimento di un ulteriore endograft (stent bridge)





Problema clinico: misure emodinamiche difficilmente reperibili e costose



Stampa 3D di un aneurisma idealizzato dell'aorta toraco-addominale per analisi in-vitro

Collaborazione con *IRCCS Policlinico San Martino di Genova*

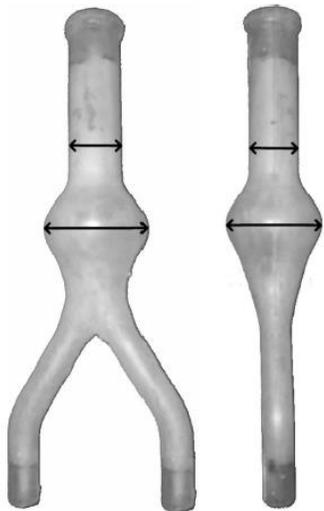


Fonte: Google Scholar, Pubmed
Parole chiave: 2 stages procedure,
TAAA, in-vitro model

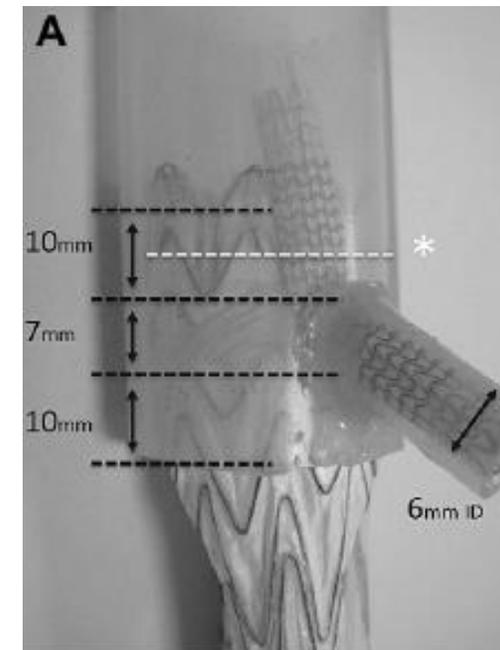
Letteratura

Autore	Anno	Tipo di aneurisma
Corso et al.	2014	Cerebrale
Bordas et al.	2012	Cerebrale
De Bruin et al.	2013	Aortico sottorenale
Roszelle et al.	2013	Cerebrale
Corbett et al.	2010	Aortico addominale
Babiker et al.	2010	Cerebrale
Mestres et al.	2012	Aortico sottorenale
Dorn et al.	2011	Cerebrale

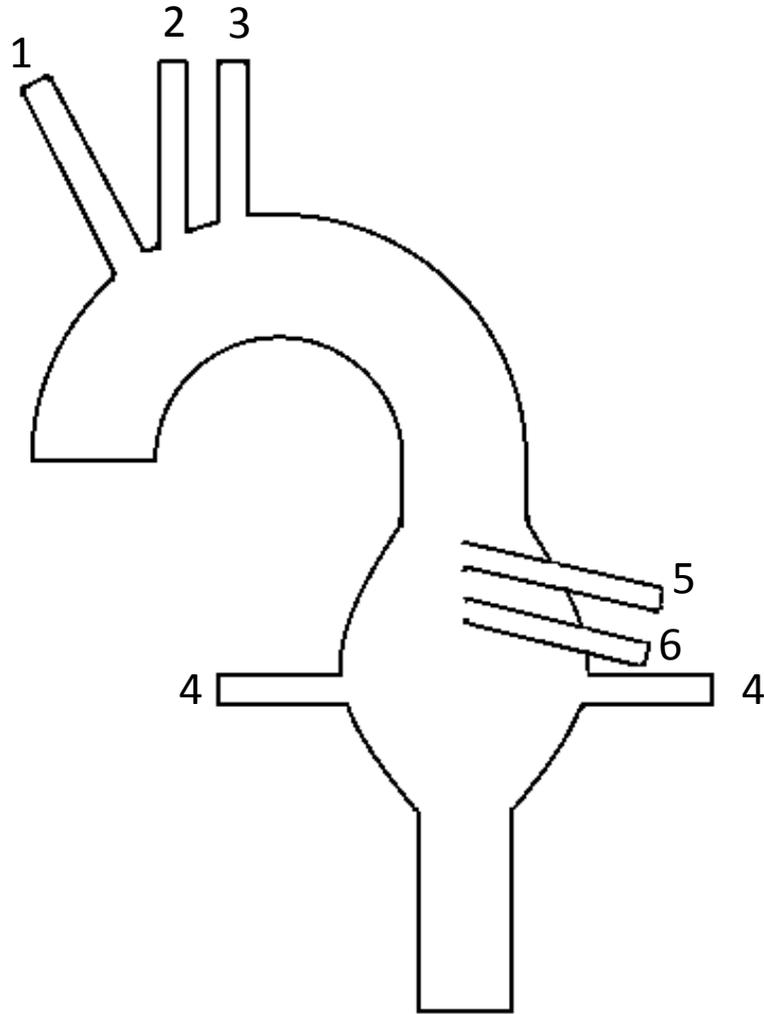
- Corbett et al., 2010:
modello in silicone di
aneurisma dell'aorta
addominale per
esperimenti in-vitro



- Mestres et al., 2012:
modello in silicone del
collo di aneurisma aortico
iuxtarenale

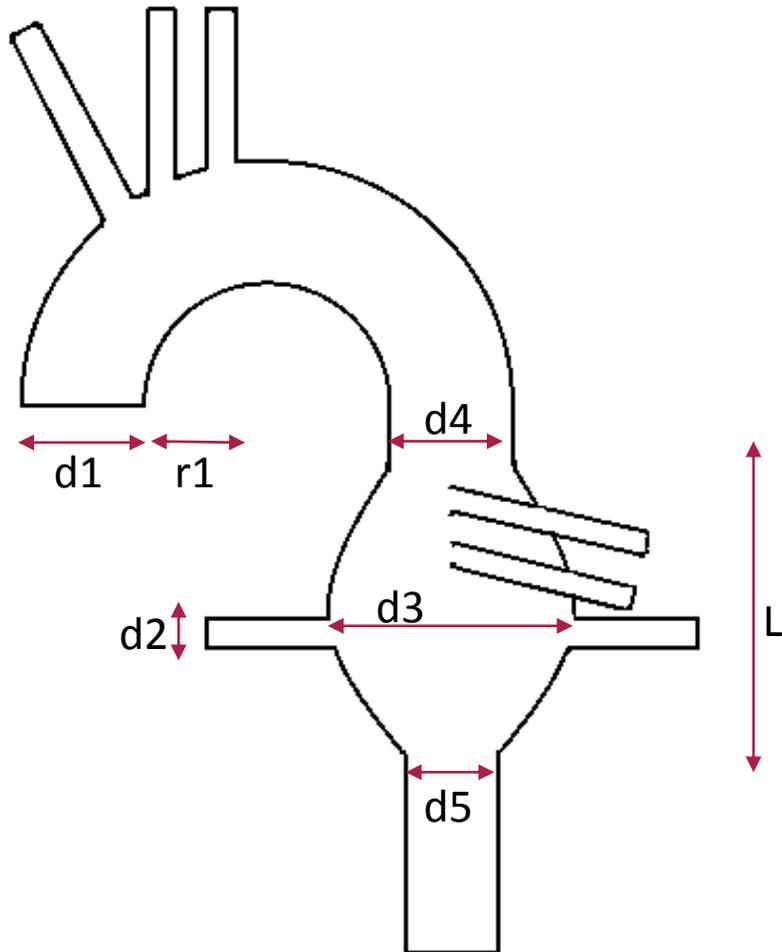


Sketch 2D



1. Tronco brachiocefalico
2. Carotidea sinistra
3. Succlavia sinistra
4. Arterie renali
5. Tronco celiaco
6. Mesenterica superiore

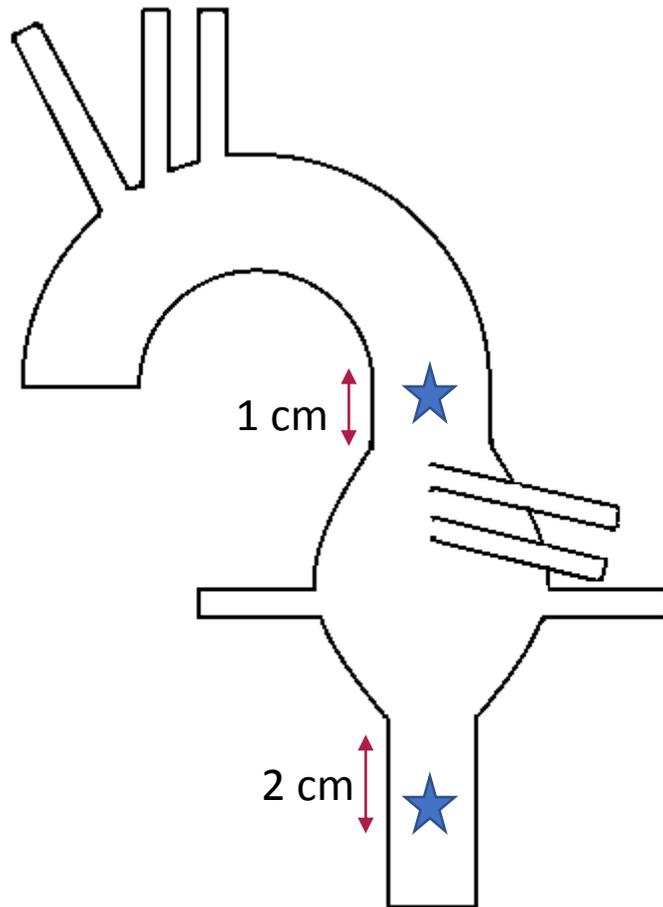
Sketch 2D



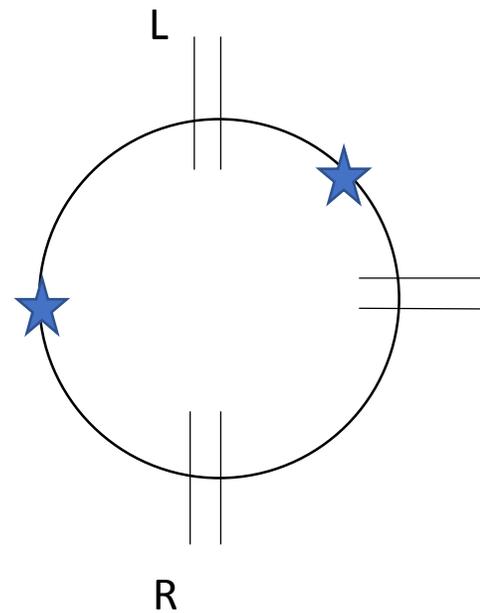
- $d1 = 30$ mm (diametro stent 36 mm)
- $d2 = 7$ mm (per tutti i vasi)
- $d3 = 50$ mm (*2010, Corbett et al....*)
- $d4 = 30$ mm
- $d5 = 25$ mm
- $L = 70$ mm
- Distanza stj – tratto discendente 85 mm
→ $r1 = 27.5$ mm

Tutte le misure sono state concordate
insieme al chirurgo vascolare

Punti di pressione



Vista dall'alto

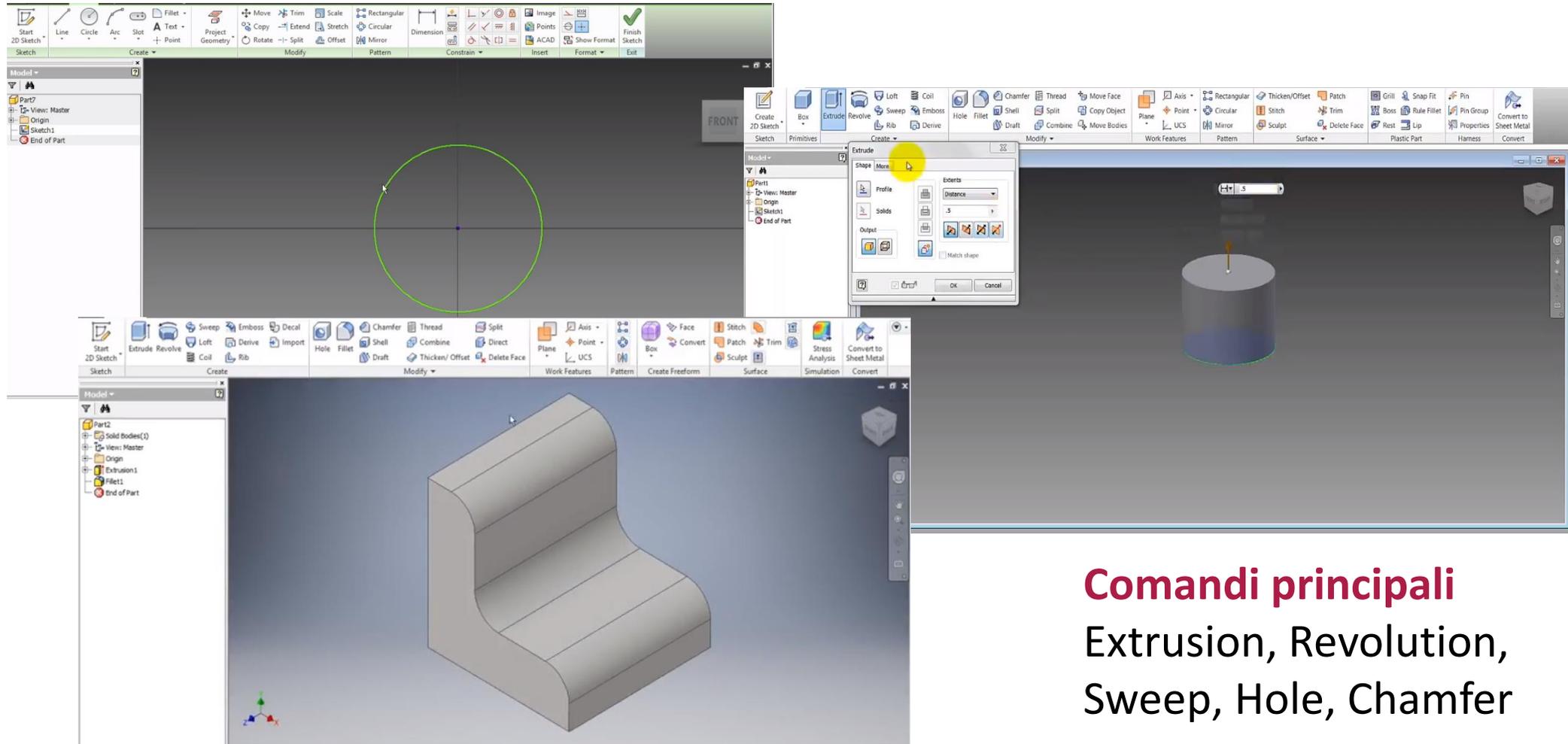


- Prima dell'aneurisma
- Sacca aneurisma (2)
- Dopo l'aneurisma



AUTODESK INVENTOR

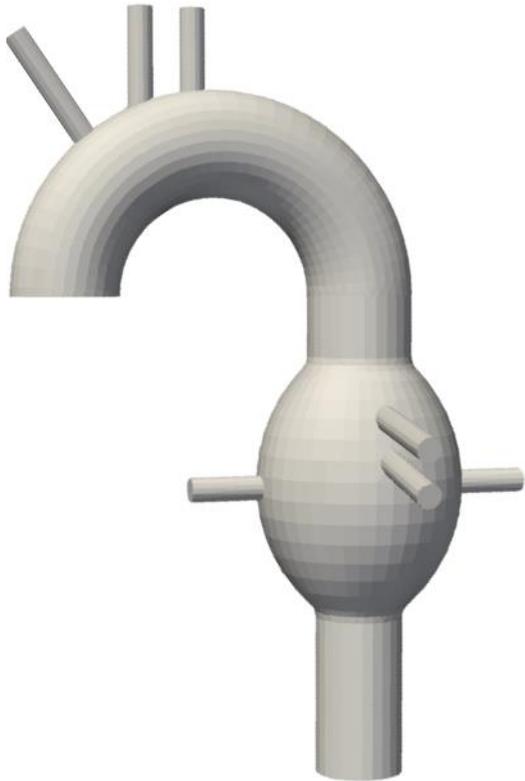
Autodesk Inventor



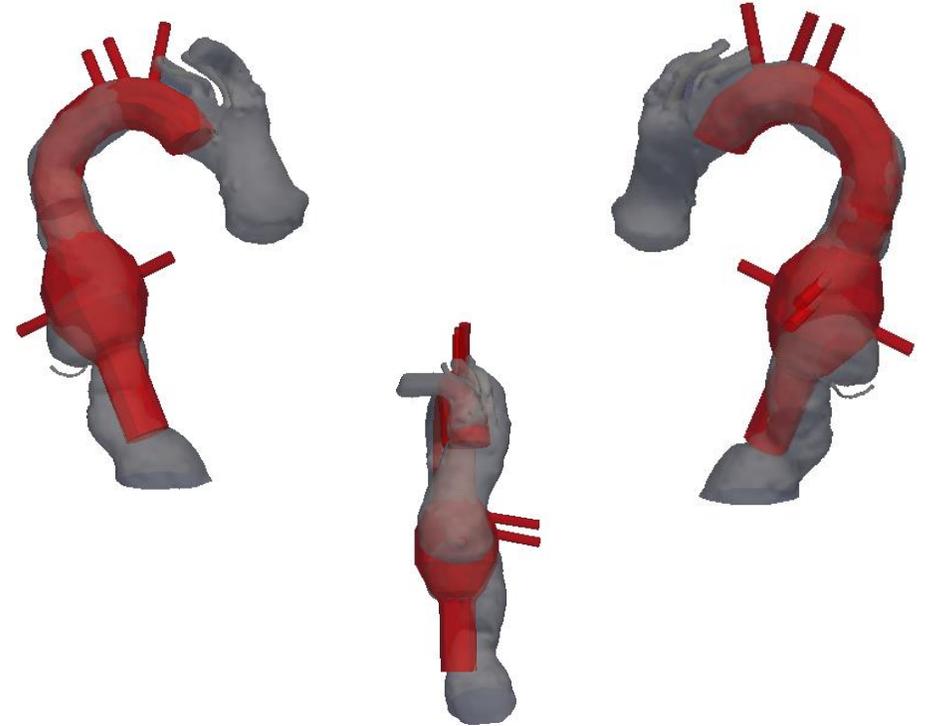
Comandi principali
Extrusion, Revolution,
Sweep, Hole, Chamfer

Modello 3D

**Modello 3D
idealizzato**



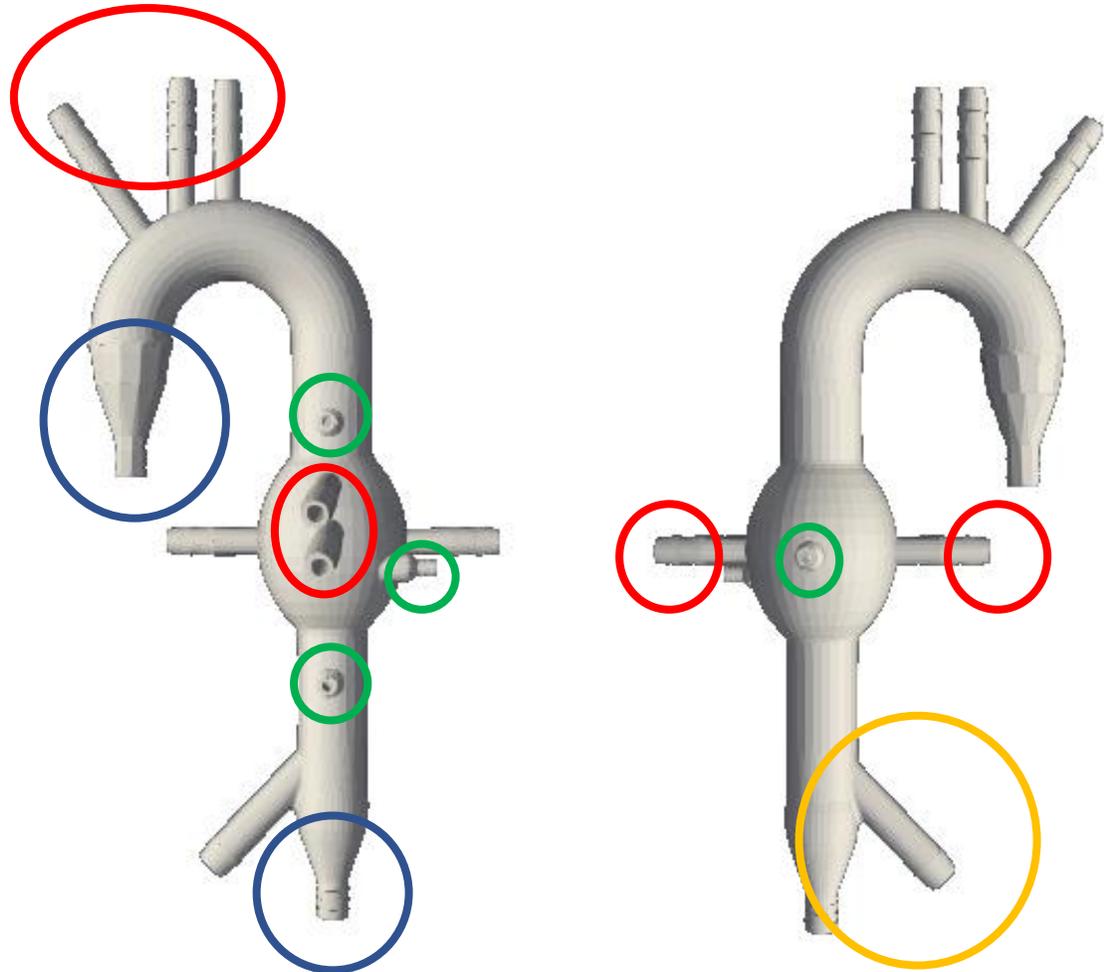
**Modello 3D
paziente tipo**
(ricavato tramite TAC)



BUON FITTING

la discrepanza a livello dell'arco non compromette la dinamica all'interno della sacca

Connettori



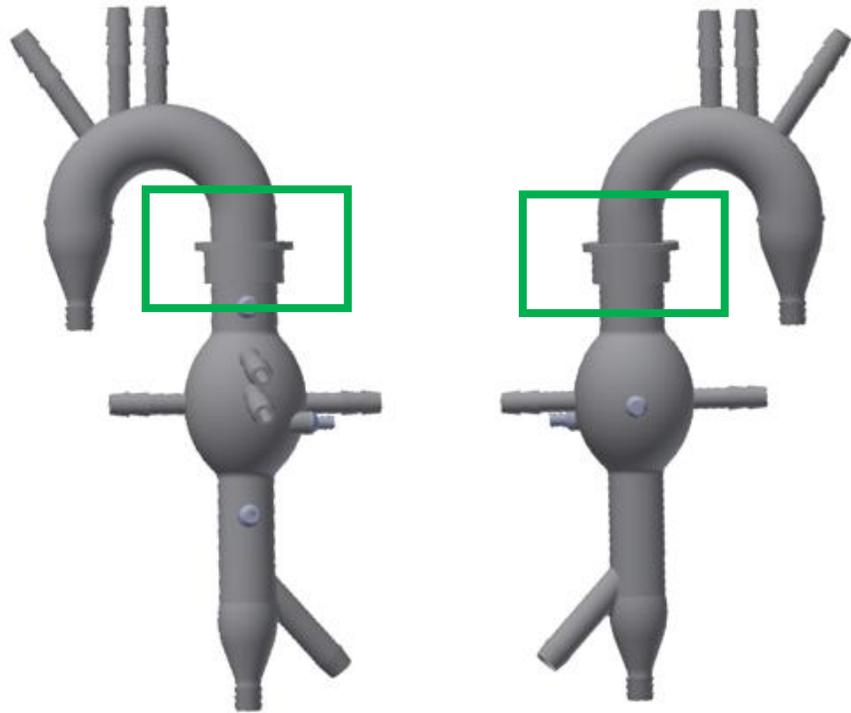
Vista frontale

Vista posteriore

- Inflow e Outflow
- Vasi efferenti
- Trasduttori di pressione
- Canale per l'introduzione dello stent ($\varnothing = 13 \text{ mm}$)

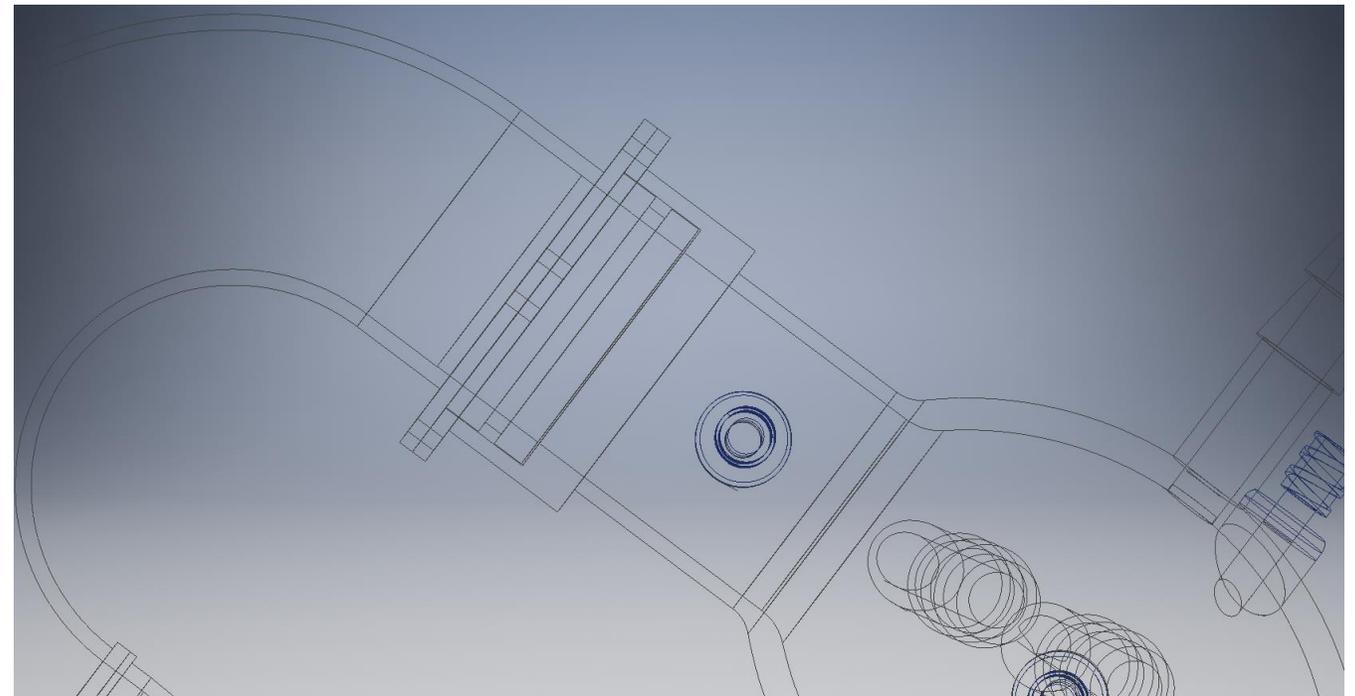
**Necessità di aprire il modello
per rimuovere lo stent**

**Flange unite da 6
bulloni di nylon**

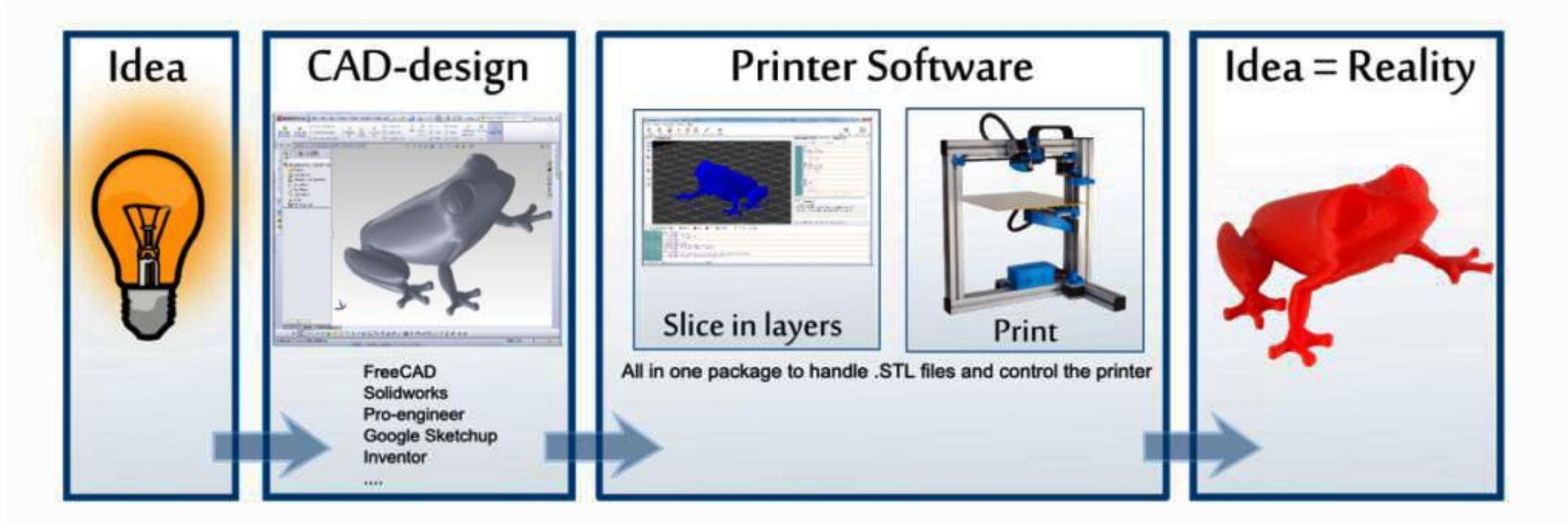


Chiusura

O-ring

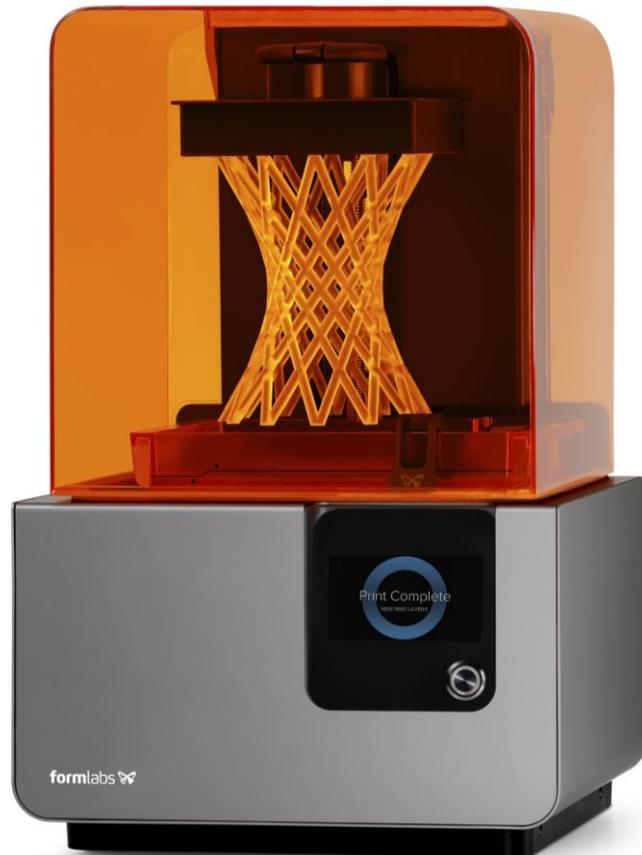


Processo di stampa 3D



- Flessibilità di design
- Precisione
- Efficienza in termini di costi e tempi

Stampante



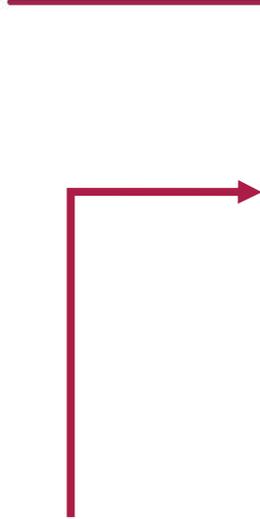
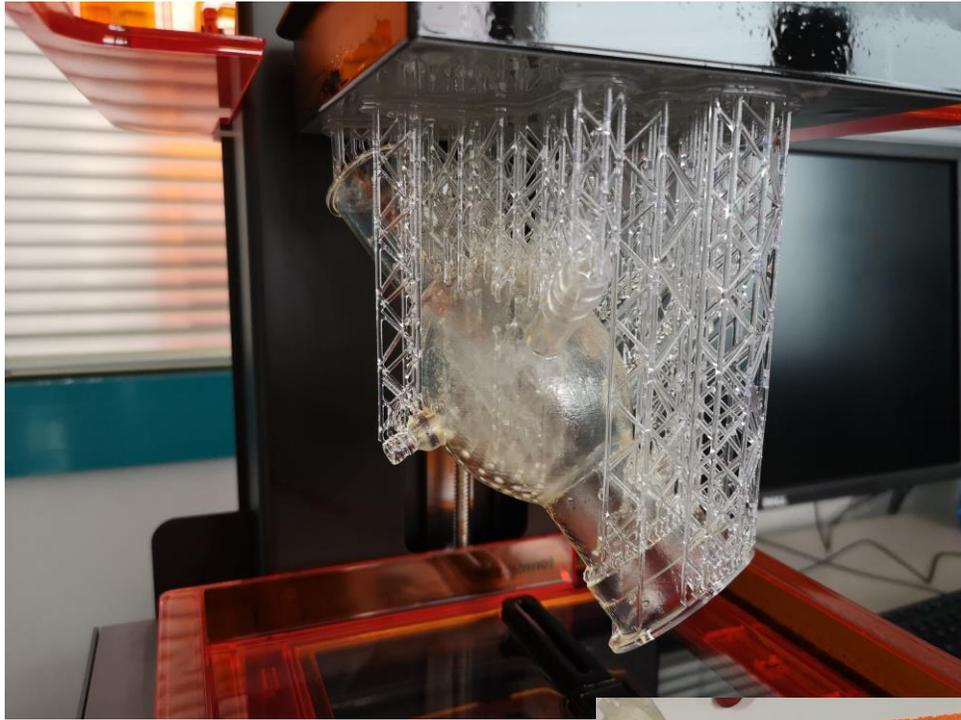
Formlabs Form2

- Stereolitografia laser
- Polimeri trasparenti (*Clear*)

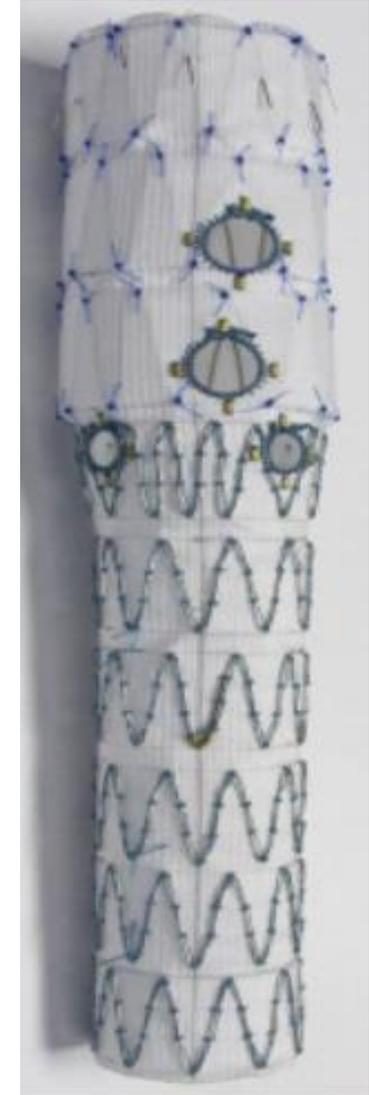


- Risoluzione 100 μm

Post-processing



- Creazione del circuito idraulico
 - Pianificazione e realizzazione degli esperimenti
- ↓
- Senza stent → situazione prima del trattamento
 - Stent fenestrati → 4 configurazioni diverse (0,1,2,4 windows)
 - Raccolta del liquido in uscita dai branches laterali per confrontare inflow e outflow



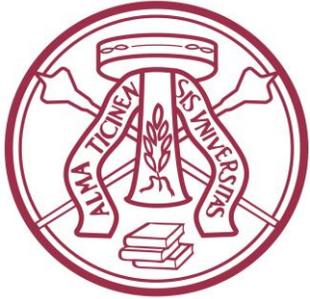
- Realizzazione di un modello più simile all'anatomia reale



- Sostituire l'arco aortico con un modello più preciso
- Considerare con maggiore attenzione la distanza dei trasduttori di pressione dall'aneurisma



Grazie per
l'attenzione



UNIVERSITÀ
DI PAVIA

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

ANEURISMA DELL' AORTA TORACO-ADDOMINALE: STAMPA 3D DI MODELLO PER ANALISI FLUIDODINAMICA IN-VITRO

Candidato: **Marco Tronconi**

Relatore: **Prof. Michele Conti**

Correlatore: **Ing. Alice Finotello**

A.A. 2018/2019

Stereolitografia laser

