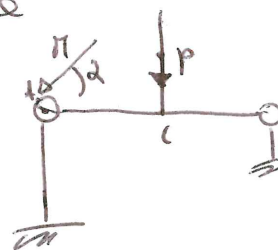


2) So che le forze in posizione monopolica sono pari a

$$\alpha = 45^\circ$$



$$F_z = P_{TOT} \left( 1 + \frac{\overline{OC}}{\overline{OA}} \cos \alpha \right)$$

$$OC = 2 \text{ cm}$$

$$OA = 20 \text{ cm} \quad \frac{\overline{OC}}{\overline{OA}} = 10$$

$$P_{TOT} = P + P_{Ag} = 800 \text{ N}$$

$$m_g = 10 \text{ Kg}$$

$$m_1 = 70 \text{ Kg}$$

$$F_{xy} = P_{TOT} \frac{\overline{OC}}{\overline{OA}} \sin \alpha$$

$$\frac{\overline{OC}}{\overline{OA}} = K$$

Perché vi sia lo zollore.

$$\sigma_z = \frac{F_z}{A_z} = 120 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{xy} = \frac{F_{xy}}{A_{xy}} = 110 \text{ MPa}$$

$$\frac{P_{TOT} (1 + K \cos \alpha)}{A_z} = \frac{P_{TOT} K \sin \alpha}{A_{xy}}$$

$$A_z = \pi r_{st}^2$$

$$A_{xy} = 2\pi r_{st} h_{st}$$

$$\frac{(1 + K \cos \alpha)}{\pi r_{st}^2} = \frac{K \sin \alpha}{2\pi r_{st} h_{st}} \Rightarrow \frac{h_{st}}{r_{st}} = \frac{K \sin \alpha}{2(1 + K \cos \alpha)} = \frac{7 \cdot 1}{2(1 + 7 \cdot 1)}$$

$$\approx 0.44$$

b) Supposto lo protesi cementata e che il corpo stesso ~~consegna~~ <sup>regola</sup> una ~~temperatura~~  
 $T = 75^\circ \text{C}$  determinata in quanto tempo esso si riparte da  
 condizioni fisiologiche,

(2)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = D \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

$$\begin{cases} \frac{\partial T}{\partial t} = A \\ D \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = A \end{cases} \Rightarrow T(x,t) = A t + B$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{A}{D}$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{A}{D} x + C$$

$$T = \frac{A}{D} \frac{x^2}{2} + Cx + E$$

$$T(0,0) = 25^\circ \text{C} \Rightarrow B = 25$$

~~$T(x,0) = 25$~~   $A = \frac{T(x,t) - 25}{t}$

$$T(x,t) = \frac{1}{D} \frac{(T(x,t) - 25)}{2t} x^2 + Cx + E$$

~~$T(x,0) = 37$~~

$$T(0,0) = 37$$

$$37 = 0 + E$$

$$E = 37$$

$$T(x, t) \text{ at } D = T(x, t) x^2 - 25x^2 + (x + 37).$$

②

$$T(x, t) = \frac{-25x^2 + (x + 37)}{(\cancel{25x^2 + 37} - x^2) (2tD - x^2)}$$

$$T(2fem, \phi) = 37^\circ$$

$$\frac{-25(2st + sp)^2 + ((2st + sp) + 37)}{(2tD - (2st + sp)^2)} =$$

$$\frac{-25 2fem^2 + (2fem + 37)}{-2fem^2} = 37$$

$$-25 2fem^2 + (2fem + 37) = -37 2fem^2$$

$$12 2fem^2 + (2fem + 37) = 0$$

$$C = \frac{-37 - 12 2fem^2}{2fem}$$

$$2fem = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m.}$$

$$C = \frac{-37 - 12 (2 \cdot 10^{-2})^2}{2 \cdot 10^{-2}} \approx \frac{-37}{2 \cdot 10^{-2}} = -18.5 \cdot 100 = -1850$$

(4)

$$T(x, t) = \frac{-25x^2 - 1850x + 37}{(2 + D - x^2)}$$

$$T(1 \text{ mm}, t^*) = 37 = \frac{-25 \cdot 10^{-6} - 1850 \cdot 10^{-3} + 37}{2 + D - 10^{-6}}$$

$$37 \cdot 2 + D - 37 \cdot 10^{-6} = -25 \cdot 10^{-6} - 1850 \cdot 10^{-3} + 37$$

$$74 + D = 37 \cdot 10^{-6} + 37$$

$$t \approx \frac{37}{74 \cdot D} = \frac{1}{2D}$$

$$D = \frac{K}{\rho C}$$

considero solo il nobilito perché è attraverso lo stato che si diffonde maggiormente il calore

$$\rho_{Ti} = 4.54 \text{ g/cm}^3$$

$$C_{Ti} = 570 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$K_{Ti} = 21.9 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

$$D_{Ti} = 9.3 \cdot 10^{-6}$$

$$t = \frac{1}{18.6 \cdot 10^6} \approx 53763 \text{ s} \approx 15 \text{ h.}$$

Dimensionare le teste delle protesi cementate due

$$E_{PB} = 10 \text{ GPa}$$

$$r_{oc} = 3 \text{ cm}$$

$$E_{COT} = 0.5 \text{ GPa}$$

$$E_T = 110 \text{ GPa}$$

Si consideri le protesi col an grado di libertà.

$$E_{\text{osso senza } z} = \frac{E_{Cz} \cdot E_{Sz}}{f_c E_{Sz} + E_{Sz} E_{Cz}} = 1.56 \text{ GPa}$$

$$E_{Cz} = 17 \text{ GPa}$$

$$E_{Sz} = 0.5 \text{ GPa}$$

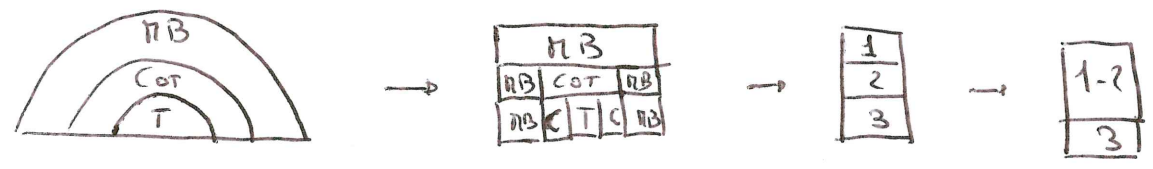
$$f_c = 70\%$$

$$f_s = 30\%$$

$$E_{\text{osso senza } y} = f_s E_{Sy} \cdot f_c E_{Cy} = 8.855 \text{ GPa}$$

$$E_{Cy} = 11 \text{ GPa}$$

$$E_{Sy} = 0.5 \text{ GPa}$$



Calcolo le frazioni volumetriche dei 3 materiali

$$f_{PB} = \frac{\frac{2}{3} \pi r^3_{oc} - \frac{2}{3} \pi (r_t + s_p)^3}{\frac{2}{3} \pi r^3_{oc}} = \frac{r^3_{oc} - (r_t + s_p)^3}{r^3_{oc}} = 1 - \frac{(r_t + s_p)^3}{r^3_{oc}}$$

$$f_{COT} = \frac{\frac{2}{3} \pi (r_t + s_p)^3 - \frac{2}{3} \pi r_t^3}{\frac{2}{3} \pi r^3_{oc}} = \frac{(r_t + s_p)^3 - r_t^3}{r^3_{oc}}$$

$$f_T = \frac{\frac{2}{3} \pi r^3_t}{\frac{2}{3} \pi r^3_{oc}} = \frac{r^3_t}{r^3_{oc}}$$

para considere ~~o~~ ~~not~~ ~~colateral~~ ~~cost~~ ~~over~~ ~~blow~~.

8

$\sigma_B$	1
$c_{OT}$	2
$Tes_{OT}$	3

~~$E_{12}$~~

$E_{12}$
3

$$E_z = \frac{E_{12} \cdot E_3}{E_3 f_{12} + E_{12} f_3}$$

$$f_{12} = f_{NB} + f_{COT} = 1 - f_T$$

$$f_3 = f_T$$

$$E_3 = E_T$$

$$E_z = \frac{E_{12} E_T}{E_T (1 - f_T) + E_{12} f_T}$$

$$E_{12} = \frac{E_{NB} E_{COT}}{f_{COT} E_{NB} + f_{NB} E_{COT}} \Rightarrow \text{so, the same as } E_c.$$

$$E_z = \frac{E_{NB} E_{COT} E_T}{(f_{COT} E_{NB} + f_{NB} E_{COT})} \cdot \frac{1}{E_T (1 - f_T) + \frac{E_{NB} E_{COT}}{(f_{COT} E_{NB} + f_{NB} E_{COT})} f_T}$$

$$E_z = \frac{E_{NB} E_{COT} E_T}{(1 - f_T) E_T (f_{COT} E_{NB} + f_{NB} E_{COT}) + E_{NB} E_{COT} f_T}$$

$$E_{xy} = f_{NB} E_{NB} + f_{COT} E_{COT} + f_T E_T$$

Sostituisci i valori

9

$$\left\{ \begin{aligned} 1.56 &= \frac{110 \cdot 10 \cdot 0.5}{(1-f_T) \cdot 110 \cdot (f_{cot} \cdot 10 + f_{nB} \cdot 0.5) + 10 \cdot 0.5 f_T} \\ 8.55 &= f_{nB} \cdot 10 + f_{cot} \cdot 0.5 f_T + 110 \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} 1.56 &= \frac{\cancel{220} 550}{(110 - 110 f_T) (10 f_{cot} + 0.5 f_{nB}) + 5 f_T} \\ 8.55 &= 10 f_{nB} + 0.5 f_{cot} + f_T 110 \end{aligned} \right.$$

$$1.56 = \frac{550}{1100 f_{cot} + 55 f_{nB} - 1100 f_T f_{cot} - 55 f_{nB} f_T + 5 f_T}$$

$$\left\{ \begin{aligned} 343.2 f_{cot} + 17.16 f_{nB} - 343.2 f_T f_{cot} - 17.16 f_{nB} f_T + 1.56 f_T &= 110 \\ 10 f_{nB} + 0.5 f_{cot} + f_T 110 &= 8.55 \end{aligned} \right.$$



$$343.2 f_{cot} (1 - f_T) + 17.16 f_{NB} (1 - f_T) + 1.56 f_T = 110 \quad \text{B}$$

$$1 - f_T = f_{NB} + f_{cot}$$

$$343.2 f_{cot} (f_{NB} + f_{cot}) + 17.16 f_{NB} (f_{NB} + f_{cot}) + 1.56 (1 - f_{NB} - f_{cot}) = 110$$

$$343.2 f_{cot}^2 + 343.2 f_{cot} f_{NB} + 17.16 f_{NB}^2 + 17.16 f_{NB} f_{cot} + 1.56 - 1.56 f_{NB} - 1.56 f_{cot} = 110$$

$$343.2 f_{cot}^2 + 17.16 f_{NB}^2 + 360.36 f_{cot} f_{NB} - 1.56 f_{NB} - 1.56 f_{cot} = 108.44$$

$$10 f_{NB} + 0.5 f_{cot} + 110 (1 - f_{NB} - f_{cot}) = 8.55$$

$$10 f_{NB} + 0.5 f_{cot} + 110 - 110 f_{NB} - 110 f_{cot} = 8.55$$

$$+ 100 f_{NB} + 109.5 f_{cot} = 101.45$$

$$f_{NB} = \frac{101.45 - 109.5 f_{cot}}{100} = 1.01 - 1.09 f_{cot}$$

$$343.2 f_{cot}^2 + 17.16 (1.01 - 1.09 f_{cot})^2 + 360.36 f_{cot} (1.01 - 1.09 f_{cot}) - 1.56 (1.01 - 1.09 f_{cot}) - 1.56 f_{cot} = 108.44$$



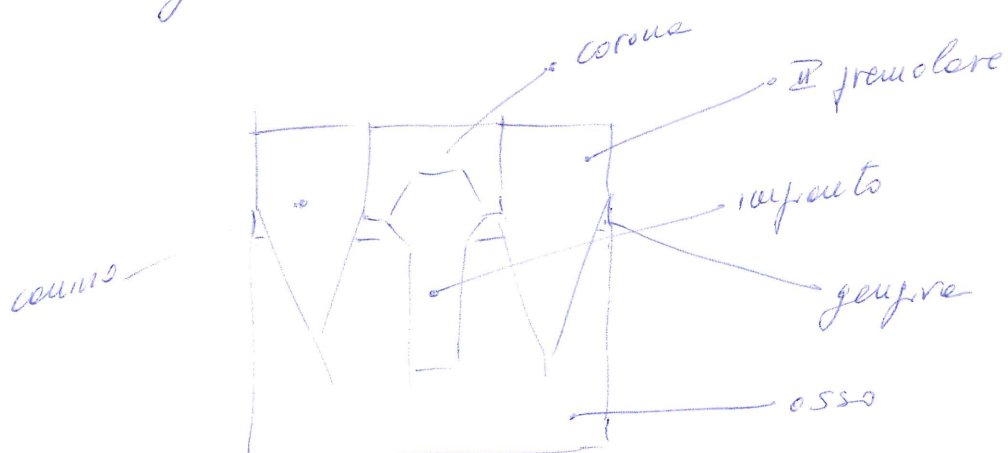
## Soluzione esercizio 2

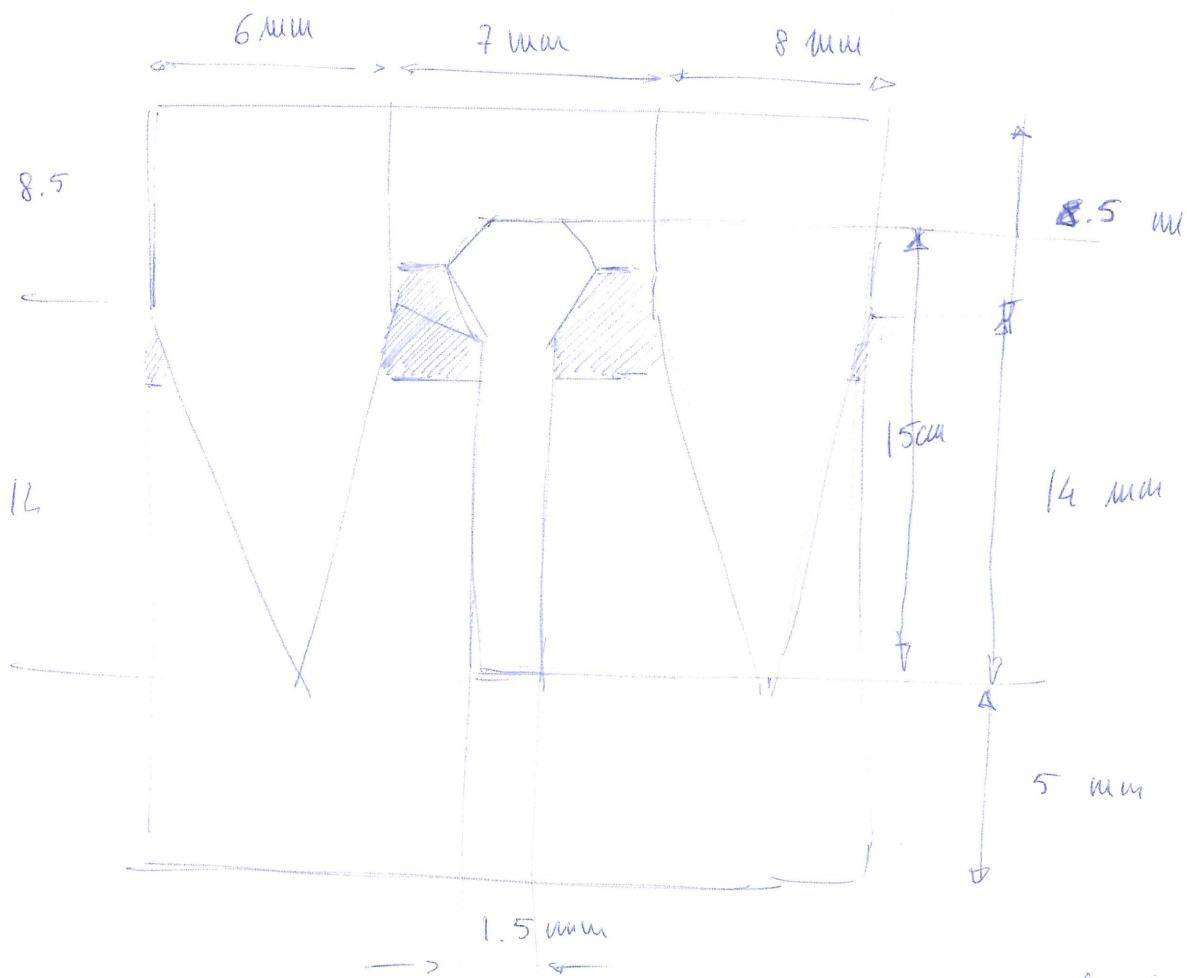
- equazione di Fourier
- conduzione
- analisi transiente
- geometria 2D

ipotesi:

- non c'è spazio tra denti adiacenti
- vengono trascurati
  - \* il legamento parodontale
  - \* le strutture nervose ed in generale la geometria interna dei denti
  - \* i vasi sanguigni presenti all'interno dei denti → trasporto di calore per via diffusiva
  - \* le strutture addizionali dell'impianto, come il sistema di fissaggio delle corone,

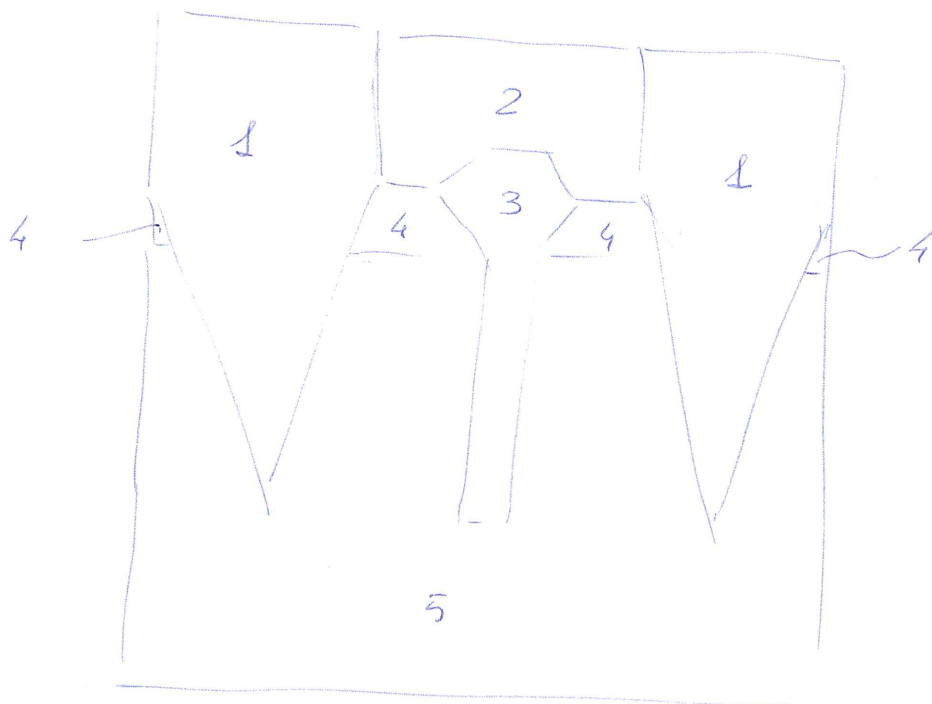
→ geometria di massima



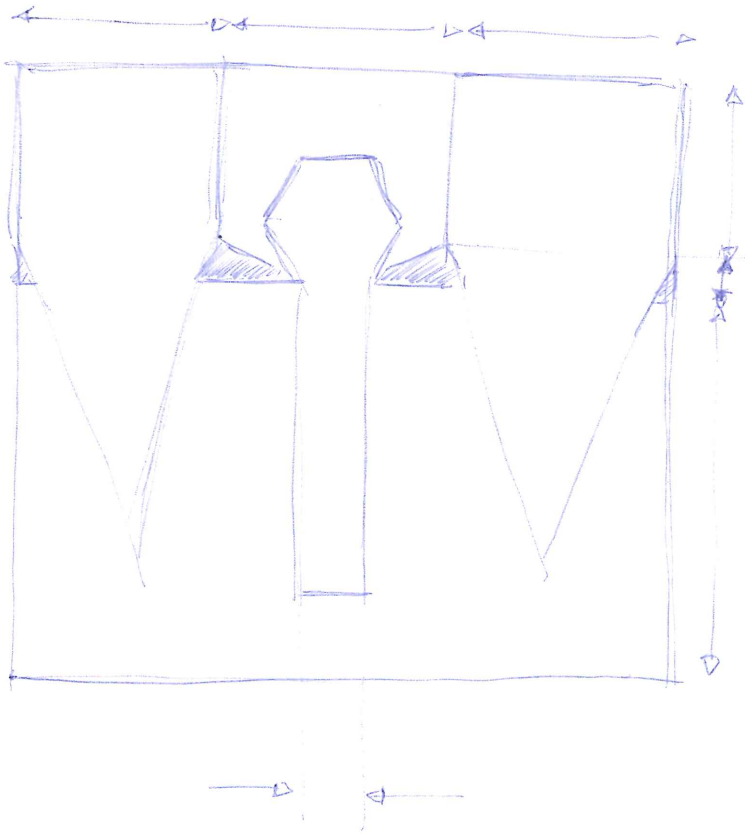


→ geometrie e dimensioni

→ Setteggero subodowm



1. DENTO  
 2. CORONA (CORONA)  
 3. CORONA  
 4. INFIANTO (TITANIO)



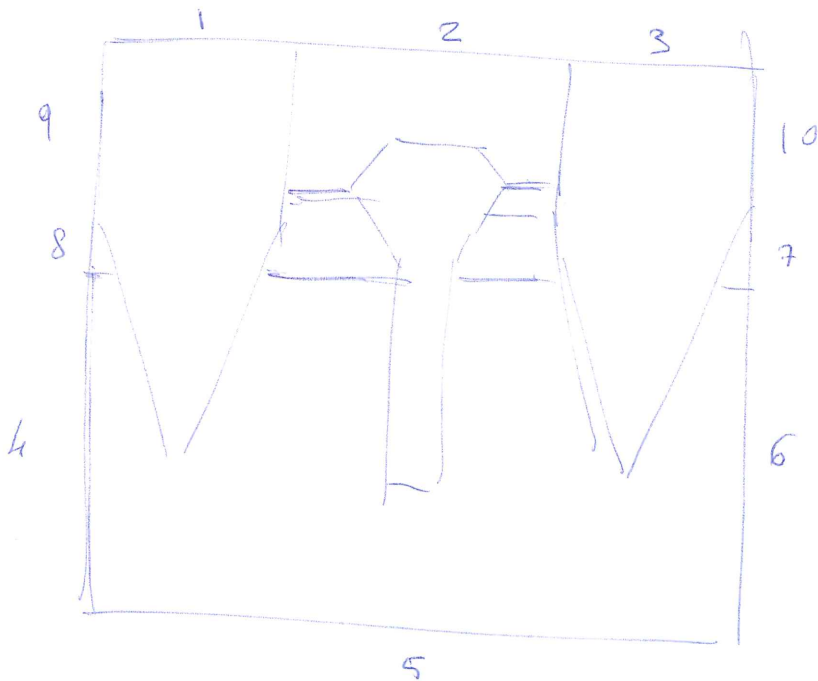
	$k$ $W/(m \cdot K)$	$\rho$ $(kg/m^3)$	$C_p$ $(J/kg \cdot K)$
1 DENTE	<del>~ 1.86</del> ~ 0.569	~ $2.8 \cdot 10^3$	~ 1000
2 CORONA (ZIRCONIA)	<del>10.56</del> 1.7	5700	502
3 IMPIANTO (TITANIO)	7.5	4940	710
4 GENGIVA	10.56	1000	4200
5 OSSO (COMPATTO)	0.41	1700	440

note  $\Rightarrow$  il dente ~~è costituito~~ ha dei  
valori medi tra smalto, dentina e polpa  
la gengiva, ~~per~~ per i polsi, ha le  
stesse proprietà dell'acqua

Condizioni iniziali

~~700000~~  $T(t=0) = 37^\circ C$   
per tutti i domini

Condizioni al contorno



1, 2, 3  $T = 70^{\circ}C$

4, 5, 6, 7, 8  $T = 37^{\circ}C$

9, 10 Thermal insulation (flusso di calore nullo)  
(si suppone che i denti adiacenti  
abbiano la stessa temperatura)

Altri = continuità.

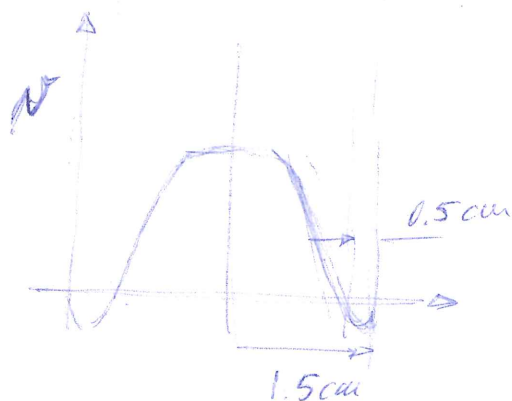
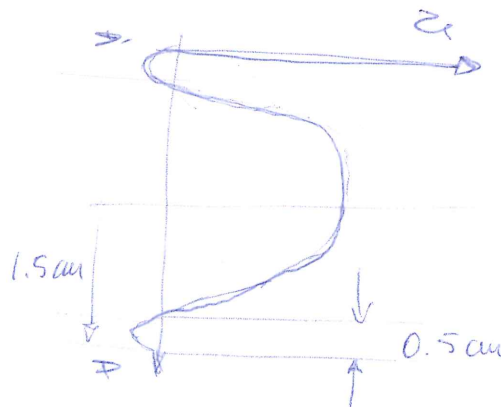
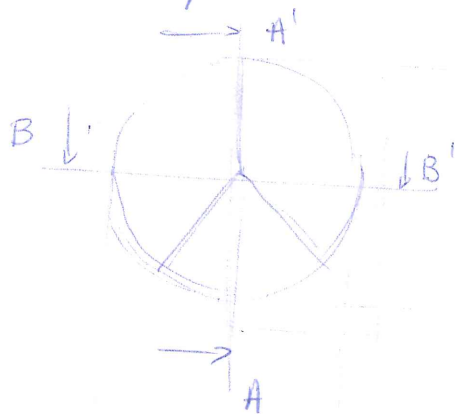
Una volta effettuata la mesh e  
risolto il sistema, sarà possibile  
visualizzare i risultati.

La presenza di idrossiapatite o brovetti bioassorbibili  
non cambia l'analisi, ma rafforza l'ipotesi  
di continuità tra impianto ed osso  
(osteointegrazione)

## Esercizio 4

→ profili di flusso secondo 2 diverse direzioni, e relativo indice di qualità, e ~~EOA~~

valvole forane inusitate



$$I_{\text{qualità}} = \frac{\text{Area di flusso diretto}}{\text{Area di flusso indiretto}}$$

$$EOA (\text{cm}^2) = \frac{Q_{\text{rms}}}{51.6 \sqrt{\Delta P}}$$

→ le unità di misura delle formule per il calcolo delle EOA sono quelle fornite nelle figure allegato al testo dell'esercizio (mmHg, e ml/s)

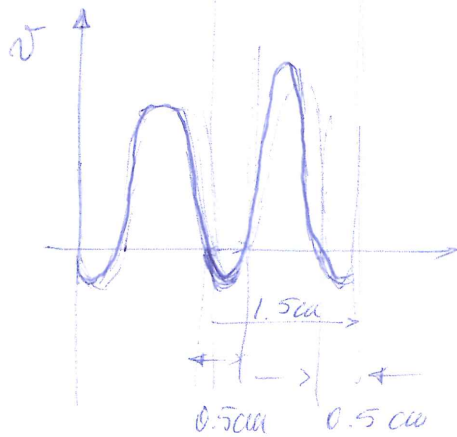
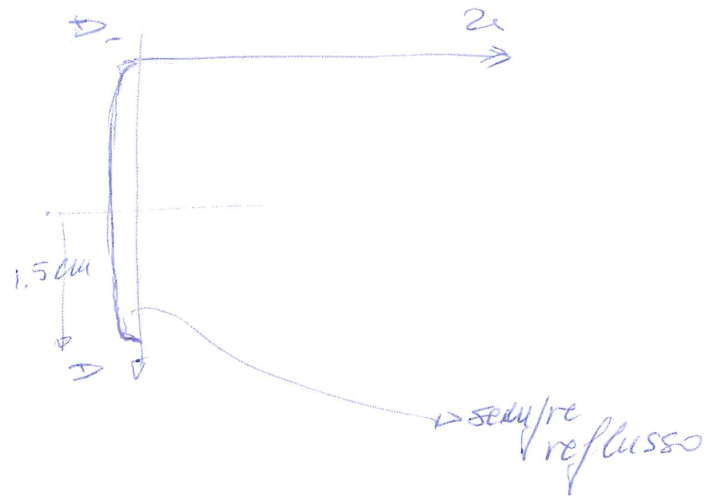
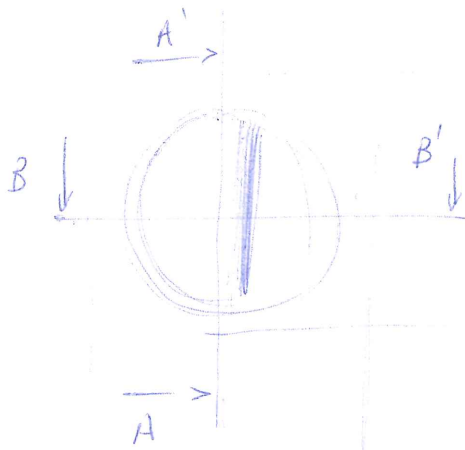
→ si ricorda che è una formula che corre 3 gradette, ma non è dimensionalmente corretta.

$$EOA = \frac{250}{51.6 \sqrt{21}} \approx 1.06 \text{ cm}^2$$

$$I_q = \frac{\pi (1)^2}{\pi (1.5-1)^2} = \frac{1}{(0.5)^2} = 4$$

AA', BB'

Valvole meccaniche a singolo foglietto



$$EOA = \frac{250}{51.6 \sqrt{10}} = 1.53 \text{ cm}^2$$

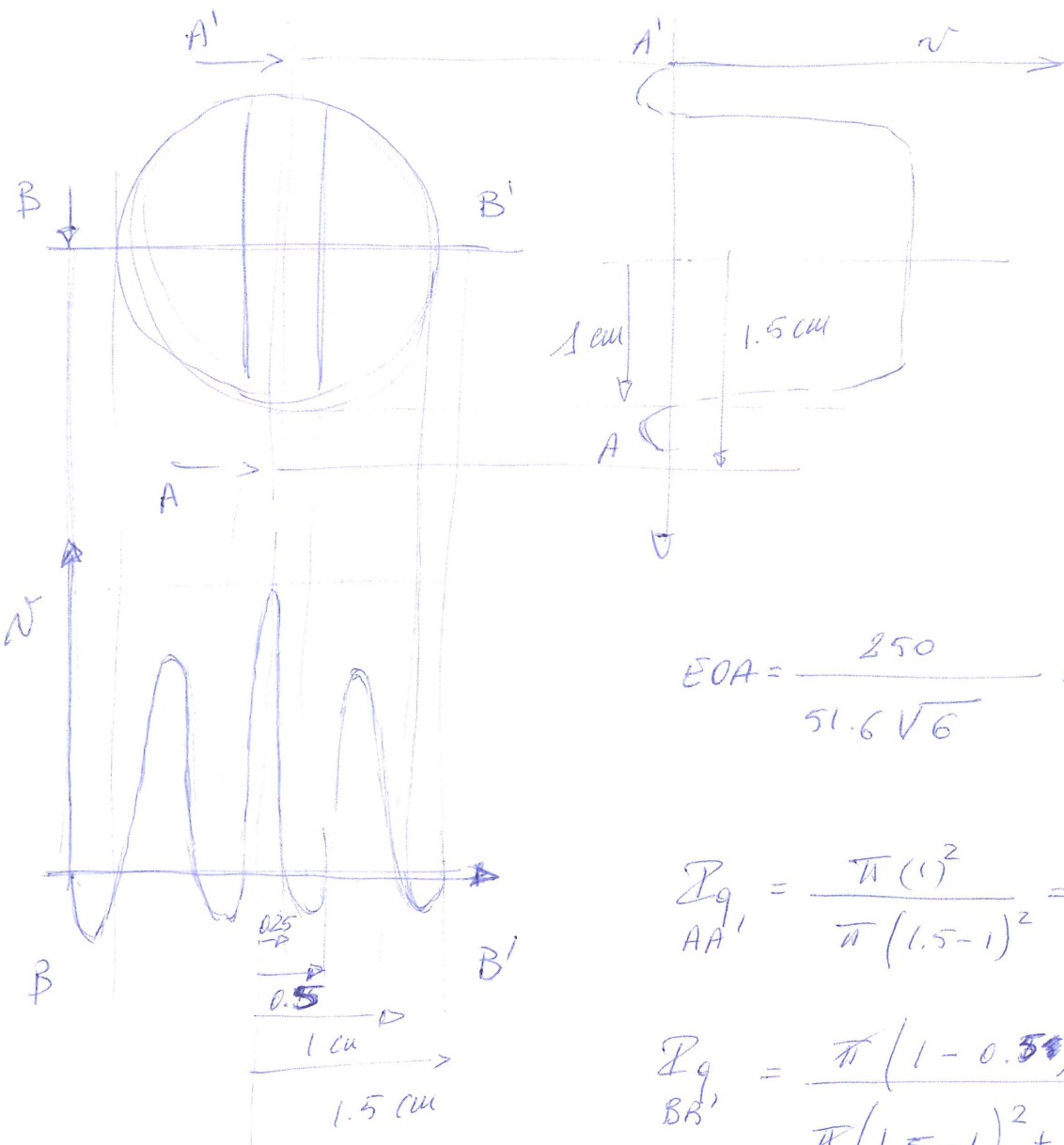
$$I_{g_{AH'}} = \frac{0}{\pi (1.5)^2} = 0$$

$$I_{g_{BB'}} = \frac{\pi (1 - 0.25)^2}{\pi (1.5 - 1)^2 + \pi (0.25)^2} = \frac{0.5625}{0.25 + 0.0625} = 1.8$$

Ipotesi per il calcolo di  $I_{g_{BB'}}$   $\Rightarrow$  profilo valvole simmetrico



Volvole meccanica a doppio foglio



$$EOA = \frac{250}{51.6 \sqrt{6}} = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$Z_{g_{AA'}} = \frac{\pi (1)^2}{\pi (1.5-1)^2} = 4$$

$$Z_{g_{BB'}} = \frac{\pi (1-0.5)^2 + \pi (0.25)^2}{\pi (1.5-1)^2 + \pi (0.5-0.25)^2} =$$

$$= \frac{0.5^2 + 0.25^2}{0.5^2 + 0.25^2} = 1$$