

COSTRUZIONE DI MACCHINE 2 - AA 2008/09

Esercitazione - verifica di un rotore "a bicchiere" (disco-cilindro sottile)

Dati				
velocità di rotazione:	n =	8000	giri/min	$\omega^2 = 701838,5 \text{ 1/s}^2$
massa volumica del materiale:	$\delta =$	7860	kg/m ³	
modulo di Young:	E =	210000	N/mm ² =	2,1E+11 N/m ²
coefficiente di Poisson:	$\nu =$	0,3		

dimensioni disco centrale:				
raggio esterno:	Re =	300	mm =	0,3 m
spessore assiale:	Sd =	40	mm =	0,04 m
dimensioni mantello cilindrico:				
spessore radiale	hc =	4	mm =	0,004 m
raggio medio:	Rc =	298	mm =	0,298 m
lunghezza assiale:	bc =	800	mm =	0,8 m

rigidezza flessionale del mantello cilindrico: $D = E hc^3 / (12 (1-\nu^2)) = 1230,769 \text{ Nm}$
 $\lambda = [3(1-\nu^2)/(hc^2 Rc^2)]^{0,25} = 37,231 \text{ 1/m}$

$$Q_o = \frac{-\omega^2 (3+\nu) \delta Rc^3}{[8(1-\nu)Rc/Sd] + [E/(\lambda^3 D)]} = -143.894 \text{ N/m}$$

$$M_o = -Q_o/(2\lambda) = 1932,5 \text{ Nm/m} \rightarrow$$

$$w_o = Q_o/(4\lambda^3 D) + (\delta \omega^2 Rc^3)/E = 0,0001288 \text{ m} = 0,129 \text{ mm}$$

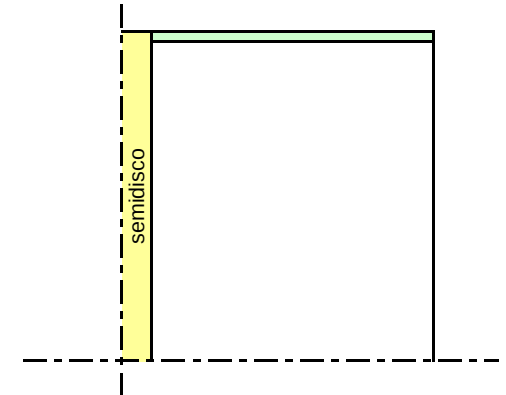
calcolo delle tensioni sul mantello nella sezione di collegamento col disco:

$$\begin{aligned} \sigma_{cm} &= E w_o / Rc = 9,077E+07 \text{ N/m}^2 = 90,8 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{ai} &= 6 M_o / hc^2 = 7,247E+08 \text{ N/m}^2 = 724,7 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{ae} &= -6 M_o / hc^2 = -7,247E+08 \text{ N/m}^2 = -724,7 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{vi} &= \nu \sigma_{ai} = 2,174E+08 \text{ N/m}^2 = 217,4 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{ve} &= \nu \sigma_{ae} = -2,174E+08 \text{ N/m}^2 = -217,4 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{ci} &= \sigma_{cm} + \sigma_{vi} = 3,082E+08 \text{ N/m}^2 = 308,2 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{ce} &= \sigma_{cm} + \sigma_{ve} = -1,266E+08 \text{ N/m}^2 = -126,6 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{eqi} &= (\sigma_{ci}^2 + \sigma_{ai}^2 - \sigma_{ci} \sigma_{ai})^{1/2} = 6,299E+08 \text{ N/m}^2 = 629,9 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{eqe} &= (\sigma_{ce}^2 + \sigma_{ae}^2 - \sigma_{ce} \sigma_{ae})^{1/2} = 6,704E+08 \text{ N/m}^2 = 670,4 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

calcolo delle tensioni nel disco dovute al collegamento col mantello:

$$\begin{aligned} \sigma_{re} &= 7,19 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{ce} &= 92,92 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{ri} = \sigma_{ci} = A = 209,3 \text{ N/mm}^2 \\ C &= -0,800963 \text{ m} & \psi &= 0,7854 & w_\infty &= 0,69517 \text{ mm} \\ \Delta x &= 0,005 \text{ m} \end{aligned}$$

x [m]	w(x) [mm]	t(x) [N/mm]	m(x) [Nm/m]	σ_{ae} [N/mm ²]	σ_{ai} [N/mm ²]	σ_{cm} [N/mm ²]	σ_{ce} [N/mm ²]	σ_{ci} [N/mm ²]
0	0,12880	-143893,6	1932,5	-724,7	724,7	90,8	-126,6	308,2



Relazioni elastiche di bordo nel cilindro cavo "sottile"

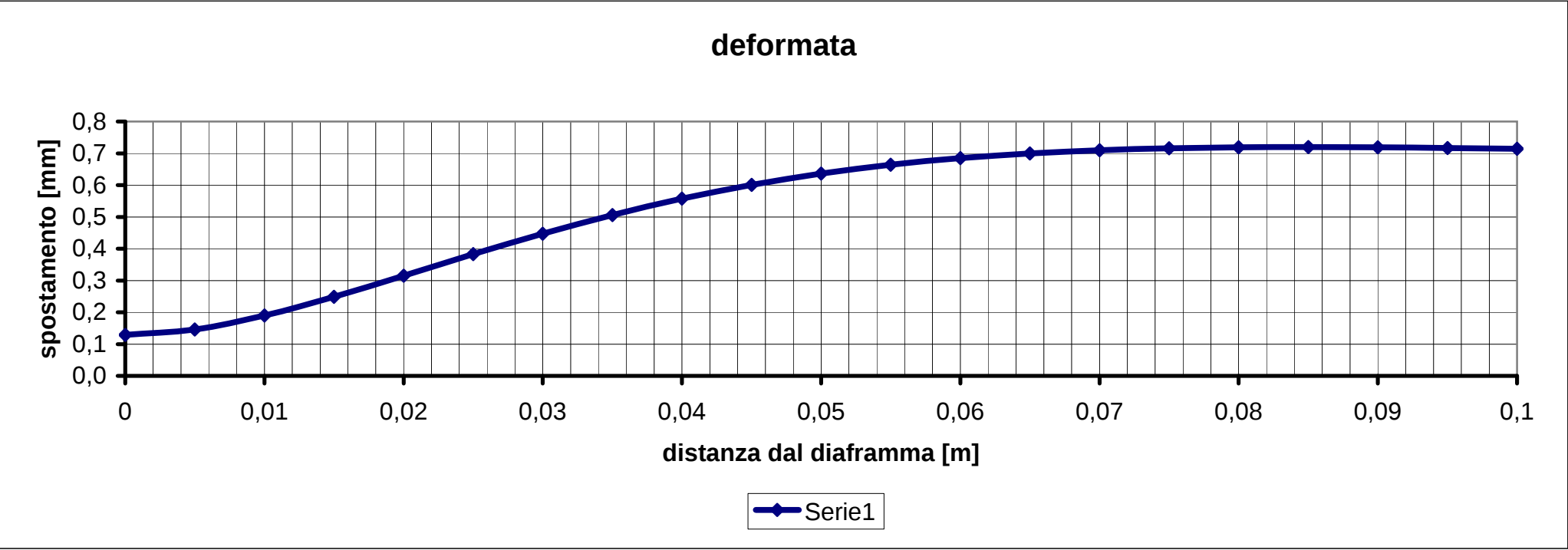
$$w_o = \frac{Q_o}{2 \lambda^3 D} + \frac{M_o}{2 \lambda^2 D}$$

$$\phi_o = \frac{Q_o}{2 \lambda^2 D} + \frac{M_o}{\lambda D} = 0$$

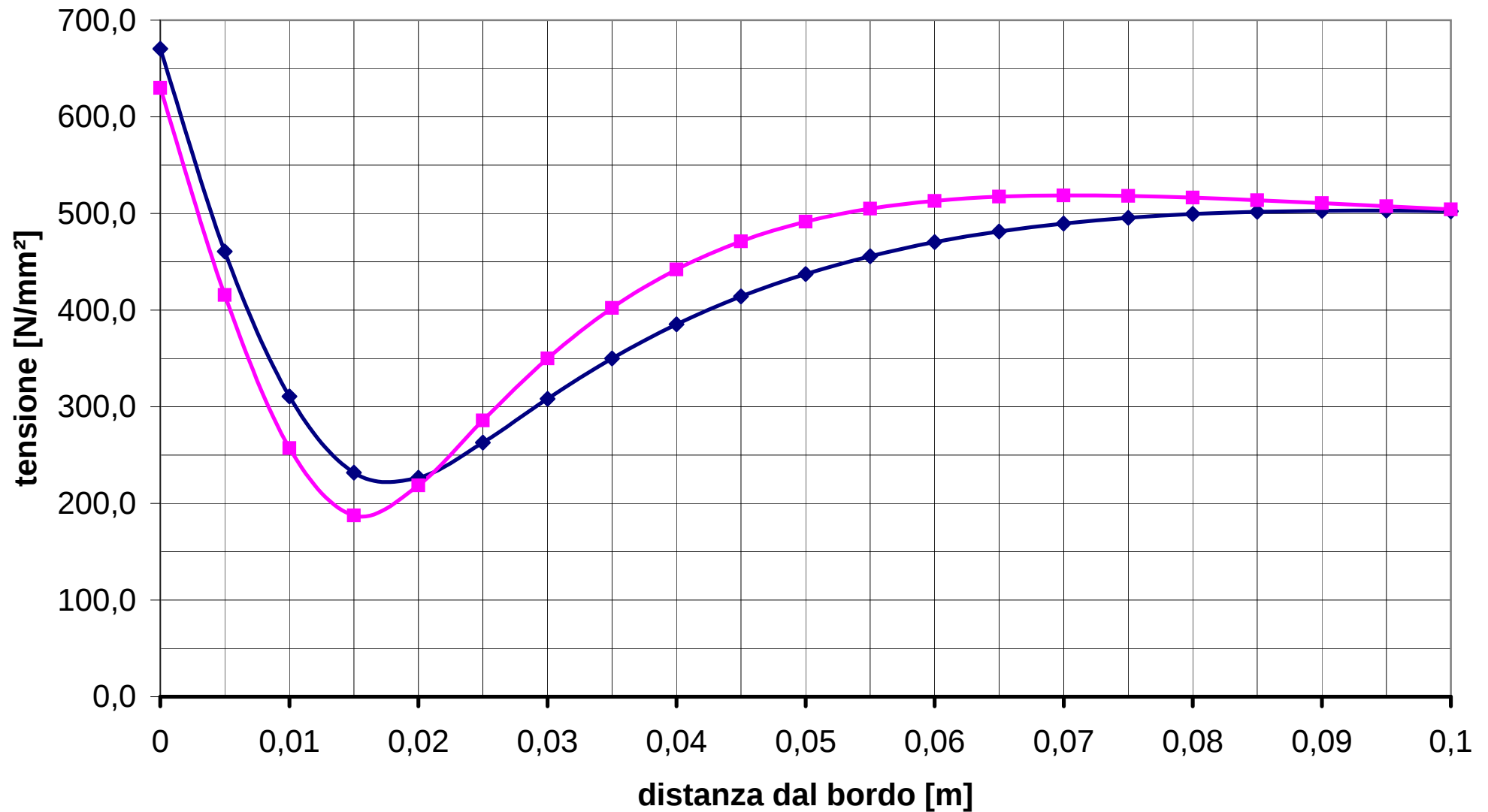
tensione equivalente	
esterna	interna
670,4	629,9

0,005	0,14610	-117388,9	1279,6	-479,8	479,8	103,0	-41,0	246,9
0,01	0,18962	-92369,5	756,1	-283,5	283,5	133,6	48,6	218,7
0,015	0,24869	-69813,1	351,8	-131,9	131,9	175,3	135,7	214,8
0,02	0,31509	-50251,8	52,9	-19,8	19,8	222,0	216,1	228,0
0,025	0,38272	-33880,1	-156,1	58,5	-58,5	269,7	287,3	252,1
0,03	0,44730	-20648,4	-291,1	109,2	-109,2	315,2	348,0	282,5
0,035	0,50606	-10341,9	-367,4	137,8	-137,8	356,6	398,0	315,3
0,04	0,55744	-2644,2	-398,9	149,6	-149,6	392,8	437,7	348,0
0,045	0,60077	2812,7	-397,6	149,1	-149,1	423,4	468,1	378,6
0,05	0,63607	6411,5	-373,9	140,2	-140,2	448,2	490,3	406,2
0,055	0,66379	8522,7	-336,0	126,0	-126,0	467,8	505,6	430,0
0,06	0,68470	9487,2	-290,5	109,0	-109,0	482,5	515,2	449,8
0,065	0,69971	9606,1	-242,5	90,9	-90,9	493,1	520,4	465,8
0,07	0,70979	9135,3	-195,5	73,3	-73,3	500,2	522,2	478,2
0,075	0,71590	8285,3	-151,8	56,9	-56,9	504,5	521,6	487,4
0,08	0,71892	7222,8	-113,0	42,4	-42,4	506,6	519,3	493,9
0,085	0,71963	6075,0	-79,7	29,9	-29,9	507,1	516,1	498,2
0,09	0,71871	4934,5	-52,2	19,6	-19,6	506,5	512,3	500,6
0,095	0,71673	3864,7	-30,2	11,3	-11,3	505,1	508,5	501,7
0,1	0,71412	2905,0	-13,4	5,0	-5,0	503,2	504,7	501,7

460,7	415,6
310,7	257,3
231,8	187,7
226,7	218,8
262,9	285,9
308,2	350,1
350,0	402,3
385,3	442,1
414,2	471,2
437,4	491,5
455,8	504,9
470,3	513,0
481,4	517,3
489,7	518,7
495,6	518,2
499,5	516,4
501,8	513,8
502,8	510,7
502,9	507,4
502,3	504,3



tensioni equivalenti [N/mm²]



—◆— tensione equivalente esterna —■— tensione equivalente interna

componenti di tensione

