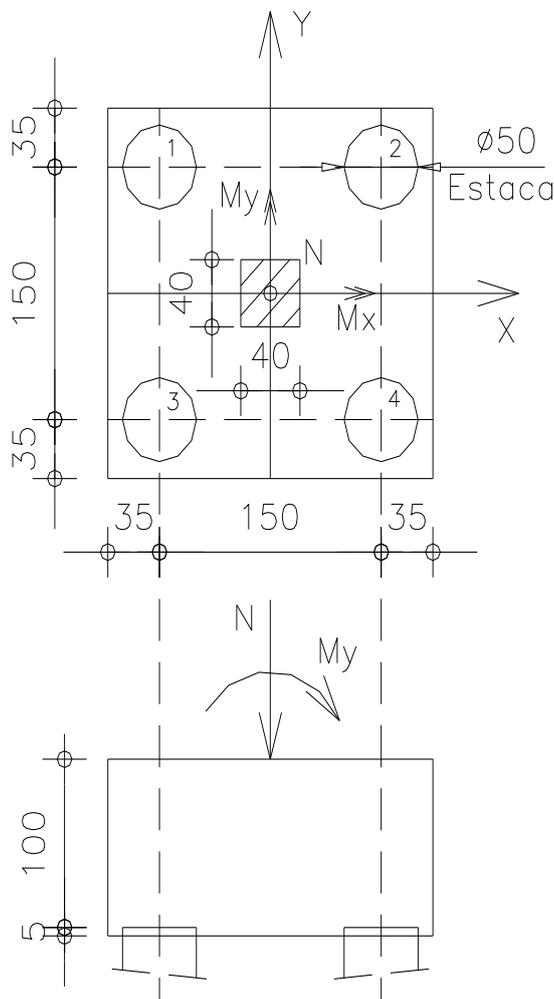


ÁREA DE ESTUDO: CÓDIGO 12

Mecânica Geral; Estruturas de aço e madeira; Estruturas de concreto protendido

**PERMITIDO O USO DE CALCULADORA CIENTÍFICA NÃO PROGRAMÁVEL.**

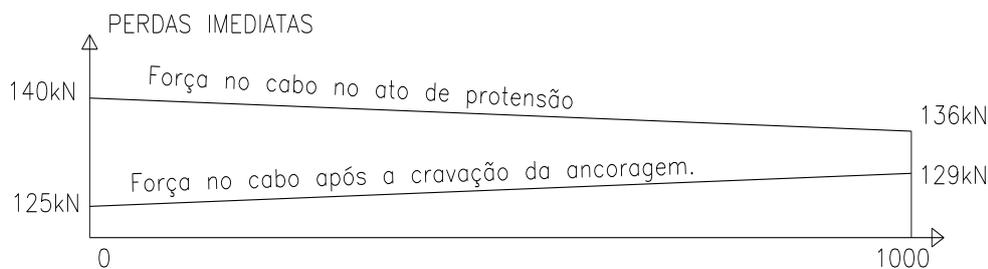
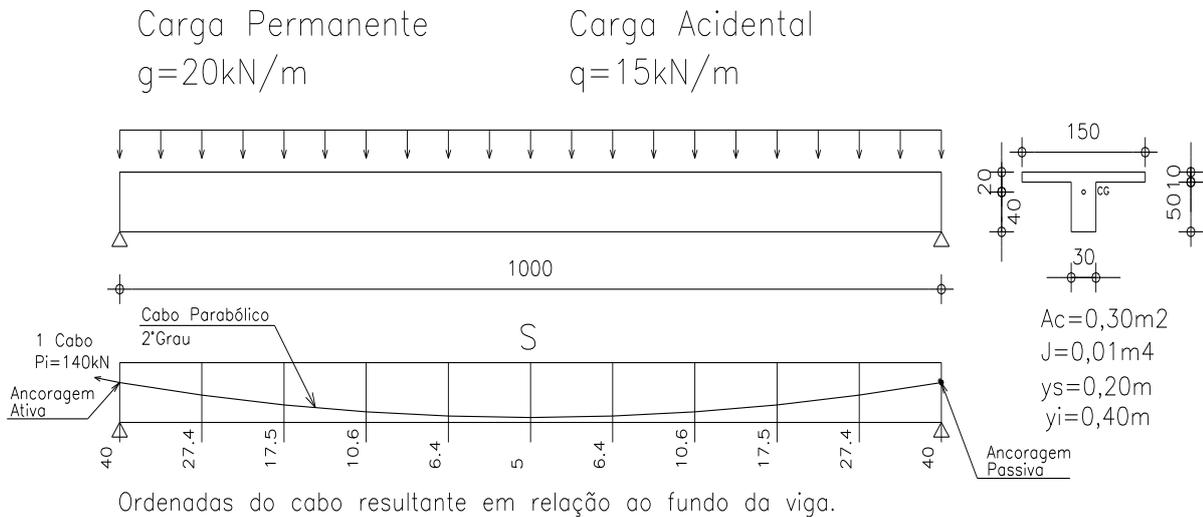
01. (20 pontos) Um pilar de concreto armado de seção transversal quadrada (40 cm x 40 cm) transfere seus esforços na base ao solo através de um bloco de coroamento de 4 estacas, cujas dimensões estão apresentadas na figura abaixo.



- a) (4 pontos) Quais os dois mecanismos básicos de transferência de carga de uma estaca para o solo? Ainda com relação à estaca, que significam capacidade de carga geotécnica e capacidade de carga como elemento estrutural?
- b) (4 pontos) Considerando-se os valores  $N = 4000 \text{ kN}$ ,  $M_x = 400 \text{ kNm}$  e  $M_y = 6000 \text{ kNm}$ , determine as cargas verticais transferidas por cada estaca.
- c) (8 pontos) Supondo-se que o pilar transfere ao bloco apenas o esforço normal  $N$  explique, através de desenhos e expressões analíticas, como poderiam ser obtidas as armaduras principais do bloco, utilizando-se o modelo de bielas e tirantes ou modelo de Blévtot.

d) (4 pontos) Após a execução das estacas, constatou-se que houve desvios com relação à localização prevista no projeto. Para esta situação, explique, utilizando desenhos e textos, como deve ser feita a determinação das novas cargas verticais nas estacas.

**02. (20 pontos)** Para a viga protendida representada na figura abaixo, responda:



**Dados Complementares:**

**Protensão:**

Aço CP190-RB

Cablagem: 8 monocordoalhas engraxadas –  $\phi 12.7\text{ mm}$

$E_p = 19.600\text{ kN/cm}^2$  – módulo de elasticidade do aço

$A_p = 1\text{ cm}^2$  – área de 1 cabo.

Carga uniforme equivalente para cabo parabólico:

$$u = \frac{8Pf}{l^2}$$

$P$  = força de protensão

$f$  = flecha da parábola

$l$  = projeção horizontal do cabo.

**Concreto:**

$E_c = 3,0 \times 10^7\text{ kN/m}^2$  – módulo de elasticidade.

Flecha no meio do vão para uma viga bi-apoiada submetida a uma carga uniforme  $q$ :

$$\delta = \frac{5ql^4}{384EJ}$$

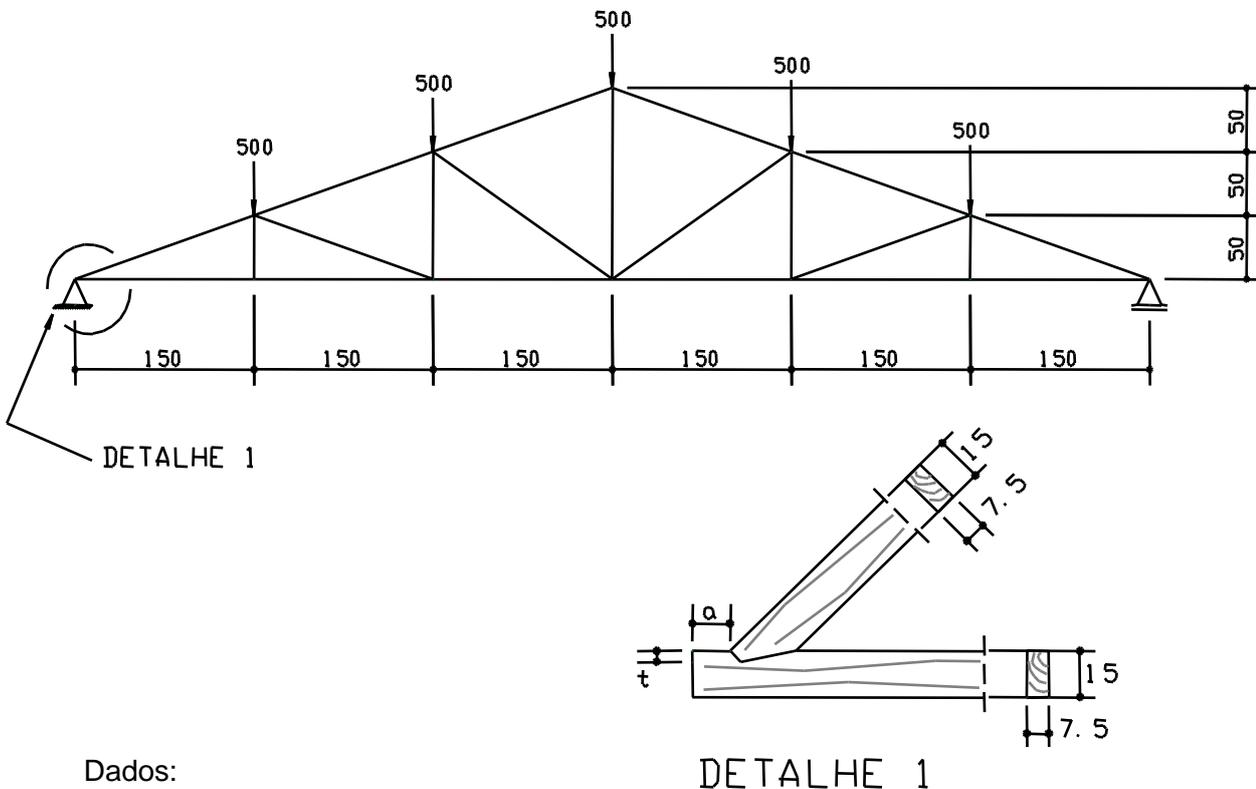
$l$  = comprimento da viga  
 $E$  = módulo de elasticidade do material da viga  
 $J$  = momento de inércia da seção da viga

**Ações:**

$g$  = carga permanente = 20 kN/m  
 $q$  = carga acidental = 15 kN/m  
 $p$  = ação da protensão para 8 cabos.

- (6 pontos) Qual é a distribuição de tensão normal na seção S (meio do vão) devido à combinação de carga quase permanente:  $g + p + 0,3q$ ? Considere que as perdas totais de protensão (imediatas+diferidas) atingem o percentual de 30%.
- (6 pontos) Qual o valor do deslocamento vertical (flecha) da viga no meio do vão para uma combinação de carga frequente:  $g + p + 0,5q$ ? Considere que as perdas totais de protensão (imediatas + diferidas) atingem o percentual de 30%.
- (4 pontos) Qual o valor do alongamento de um cabo após a cravação da ancoragem? Utilize o gráfico de perdas imediatas apresentado.
- (4 pontos) Na viga em questão, foram utilizados cabos do tipo monocordoalha engraxada. Quais seriam as diferenças na verificação da viga, se tivessem sido utilizados cabos do tipo monocordoalha com aderência posterior?

**03. (30 pontos)** A treliça abaixo é de maçaranduba:



Dados:  
 - Dimensões em cm  
 - Cargas em kgf

Determine as dimensões mínimas para os parâmetros  $t$  e  $a$  indicados no detalhe 1.

- 04. (15 pontos)** Qual a altura mínima da secção Transversal Retangular de uma Viga de Maçaranduba, para que tenha a mesma flecha de uma viga de aço A572, cuja secção transversal é o perfil I, W310x32,7? A Largura da secção da Viga de Madeira é 15 cm e as vigas têm igual carregamento e possuem o mesmo vão.
- 05. (15 pontos)** Uma viga de Aço A572, Bi-apoiada, com **6 m** de vão, é submetida a uma carga distribuída de **2 tf/m**. Indique qual o perfil I mais apropriado para resistir ao carregamento indicado.

## ANEXO 1

### Dados dos Materiais:

A) - Madeira: Maçaranduba

- Tensão Admissível à Compressão na direção das fibras:  $\bar{\sigma}_c$

$$\bar{\sigma}_c = 130 \text{ kgf/cm}^2$$

- Tensão Admissível à Compressão Perpendicular às fibras:  $\bar{\sigma}_n$

$$\bar{\sigma}_n = 39 \text{ kgf/cm}^2$$

- Tensão Admissível à Compressão Oblíqua das fibras:  $\bar{\sigma}_\beta$

( Ângulo de inclinação =  $\beta$  )

$$\bar{\sigma}_\beta = \frac{\bar{\sigma}_c \cdot \bar{\sigma}_n}{\bar{\sigma}_c \cdot \text{sen}^2 \beta + \bar{\sigma}_n \cdot \text{cos}^2 \beta}$$

- Tensão Admissível ao Cisalhamento Puro:  $\bar{\tau}$

$$\bar{\tau} = 25 \text{ kgf/cm}^2$$

- Módulo de Elasticidade:  $E$

$$E = 180.000 \text{ kgf/cm}^2$$

B) - Aço: A572

- Tensão de Escoamento:  $f_y$

$$f_y = 3450 \text{ kgf/cm}^2$$

- Tensão Admissível na Flexão:  $\bar{\sigma}_f$

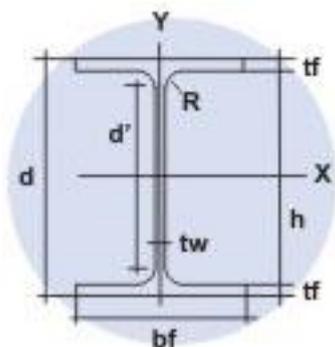
$$\bar{\sigma}_f = 0,6 \cdot f_y$$

- Módulo de Elasticidade:  $E$

$$E = 2.100.000 \text{ kgf/cm}^2$$

# ANEXO 2

## PERFIS I



d = altura do perfil  
 d' = altura livre da alma  
 h = altura interna  
 bf = largura da aba do perfil  
 tf = espessura da aba  
 tw = espessura da alma  
 R = raio de concordância

### TABELA DE BITOLAS

BITOLA	MASSA LINEAR	d	bf	d'	h	ESPESSURA		EIXO X-X			EIXO Y-Y			s
						kg/m	kg/m	mm	mm	mm	mm	tw mm	tf mm	
W 150 x 13,0*	13	148	100	118	138	4,3	4,9	635	85,8	6,18	82	16,4	2,22	16,6
W 150 x 18,0	18	153	102	119	139	5,8	7,1	939	122,8	6,34	126	24,7	2,32	23,4
W 200 x 15,0*	15	200	100	170	190	4,3	5,2	1.305	130,5	8,2	87	17,4	2,12	19,4
W 200 x 19,3	19,3	203	102	170	190	5,8	6,5	1.686	166,1	8,19	116	22,7	2,14	25,1
W 200 x 22,5	22,5	206	102	170	190	6,2	8	2.029	197	8,37	142	27,9	2,22	29
W 200 x 26,6	26,6	207	133	170	190	5,8	8,4	2.611	252,3	8,73	330	49,6	3,1	34,2
W 200 x 31,3	31,3	210	134	170	190	6,4	10,2	3.168	301,7	8,86	410	61,2	3,19	40,3
W 250 x 17,9*	17,9	251	101	220	240	4,8	5,3	2.291	182,6	9,96	91	18,1	1,99	23,1
W 250 x 22,3	22,3	254	102	220	240	5,8	6,9	2.939	231,4	10,09	123	24,1	2,06	28,9
W 250 x 25,3	25,3	257	102	220	240	6,1	8,4	3.473	270,2	10,31	149	29,3	2,14	32,6
W 250 x 28,4*	28,4	260	102	220	240	6,4	10	4.046	311,2	10,51	178	34,8	2,2	36,6
W 250 x 32,7	32,7	258	146	220	240	6,1	9,1	4.937	382,7	10,83	473	64,8	3,35	42,1
W 250 x 38,5	38,5	262	147	220	240	6,6	11,2	6.057	462,4	11,05	594	80,8	3,46	49,6
W 250 x 44,8*	44,8	266	148	220	240	7,6	13	7.158	538,2	11,15	704	95,1	3,5	57,6
W 310 x 21,0*	21	303	101	272	292	5,1	5,7	3.776	249,2	11,77	98	19,5	1,9	27,2
W 310 x 23,8*	23,8	305	101	272	292	5,6	6,7	4.346	285	11,89	116	22,9	1,94	30,7
W 310 x 28,3	28,3	309	102	271	291	6	8,9	5.500	356	12,28	158	31	2,08	36,5
W 310 x 32,7	32,7	313	102	271	291	6,6	10,8	6.570	419,8	12,49	192	37,6	2,13	42,1
W 310 x 38,7	38,7	310	165	271	291	5,8	9,7	8.581	553,6	13,14	727	88,1	3,82	49,7
W 310 x 44,5	44,5	313	166	271	291	6,6	11,2	9.997	638,8	13,22	855	103	3,87	57,2
W 310 x 52,0*	52	317	167	271	291	7,6	13,2	11.909	751,4	13,33	1.026	122,9	3,91	67
W 360 x 32,9	32,9	349	127	308	332	5,8	8,5	8.358	479	14,09	291	45,9	2,63	42,1
W 360 x 39,0	39	353	128	308	332	6,5	10,7	10.331	585,3	14,35	375	58,6	2,73	50,2
W 360 x 44,0	44	352	171	308	332	6,9	9,8	12.258	696,5	14,58	818	95,7	3,77	57,7
W 360 x 51,0	51	355	171	308	332	7,2	11,6	14.222	801,2	14,81	968	113,3	3,87	64,8
W 360 x 57,8*	57,8	358	172	308	332	7,9	13,1	16.143	901,8	14,92	1.113	129,4	3,92	72,5
W 360 x 64,0	64	347	203	288	320	7,7	13,5	17.890	1.031,10	14,8	1.885	185,7	4,8	81,7
W 360 x 72,0	72	350	204	288	320	8,6	15,1	20.169	1.152,50	14,86	2.140	209,8	4,84	91,3
W 360 x 79,0*	79	354	205	288	320	9,4	16,8	22.713	1.283,20	14,98	2.416	235,7	4,89	101,2
W 410 x 38,8	38,8	399	140	357	381	6,4	8,8	12.777	640,5	15,94	404	57,7	2,83	50,3
W 410 x 46,1	46,1	403	140	357	381	7	11,2	15.690	778,7	16,27	514	73,4	2,95	59,2
W 410 x 53,0	53	403	177	357	381	7,5	10,9	18.734	929,7	16,55	1.009	114	3,84	68,4
W 410 x 60,0	60	407	178	357	381	7,7	12,8	21.707	1.066,70	16,88	1.205	135,4	3,98	76,2
W 410 x 67,0*	67	410	179	357	381	8,8	14,4	24.678	1.203,80	16,91	1.379	154,1	4	86,3
W 410 x 75,0*	75	413	180	357	381	9,7	16	27.616	1.337,30	16,98	1.559	173,2	4,03	95,8
W 460 x 52,0	52	450	152	404	428	7,6	10,8	21.370	949,8	17,91	634	83,5	3,09	66,6
W 460 x 60,0	60	455	153	404	428	8	13,3	25.652	1.127,60	18,35	796	104,1	3,23	76,2
W 460 x 68,0*	68	459	154	404	428	9,1	15,4	29.851	1.300,70	18,46	941	122,2	3,28	87,6
W 460 x 74,0	74	457	190	404	428	9	14,5	33.415	1.462,40	18,77	1.661	174,8	4,18	94,9
W 460 x 82,0	82	460	191	404	428	9,9	16	37.157	1.615,50	18,84	1.862	195	4,22	104,7
W 460 x 8,0*	89	463	192	404	428	10,5	17,7	41.105	1.775,60	18,98	2.093	218	4,28	114,1
W 530 x 66,0	66	525	165	478	502	8,9	11,4	34.971	1.332,20	20,46	857	103,9	3,2	83,6
W 530 x 72,0	72	524	207	478	502	9	10,9	39.969	1.525,50	20,89	1.615	156	4,2	91,6
W 530 x 74,0	74	529	166	478	502	9,7	13,6	40.969	1.548,90	20,76	1.041	125,5	3,31	95,1
W 530 x 82,0	82	528	209	477	501	9,5	13,3	47.569	1.801,80	21,34	2.028	194,1	4,41	104,5
W 530 x 85,0*	85	535	166	478	502	10,3	16,5	48.453	1.811,30	21,21	1.263	152,2	3,42	107,7
W 530 x 92,0*	92	533	209	478	502	10,2	15,6	55.157	2.069,70	21,65	2.379	227,6	4,5	117,6
W 610 x 101,0	101	603	228	541	573	10,5	14,9	77.003	2.554,00	24,31	2.951	258,8	4,76	130,3
W 610 x 113,0	113	608	228	541	573	11,2	17,3	88.196	2.901,20	24,64	3.426	300,5	4,86	145,3
W 610 x 155,0	155	611	324	541	573	12,7	19	129.583	4.241,70	25,58	10.783	665,6	7,38	198,1
W 610 x 174,0	174	616	325	541	573	14	21,6	147.754	4.797,20	25,75	123.754	761,5	7,45	222,8