

CENTRAL TERMoeLECTRICA DE SINES

I FASE

EMPREITADA DE CONSTRUÇÃO DA CHAMINE

NOTA TÉCNICA

A presente nota técnica constitui uma adenda ao projecto já apresentado por Construções Técnicas sobre a Chaminé a construir na Central Termoelectrica de Sines e diz respeito à armadura a aplicar no fuste de betão armado.

No que respeita à armadura vertical ela resultará das secções mais desfavoráveis entre as armaduras obtidas através do Projecto de Regulamento Português e judicadas na nota de cálculos LN/14430/82-1/2/7754 e o código CICIND conforme à nota de cálculos LN/607/83-1/2/7754.

Não foi portanto considerado, conforme consta da nota de cálculos LN/608/83-1/2/7754, que os esforços resultantes da rotação da base seriam adicionais aos esforços provocados pelo vento segundo o Projecto de Regulamento Português mas apenas para o Código CICIND se consideraria a soma daqueles efeitos.

Para a armadura horizontal verificou-se que existia uma diferença apreciável entre o Projecto de Regulamento

Português e o CICIND devida do condicionamento imposto por este último código no que respeita à armadura horizontal mínima para efeitos de fissuração em aço agressivo (fenda característica de 0,2 mm) e que conduziu às secções mais elaboradas.

Na presente nota técnica faz-se a verificação da armadura horizontal aos estados limites de utilização através das recomendações do CEB - Boletim de informação do CEB n.º 124/125/F de Abril de 1978 - que para os valores do Projeto do Regulamento Português quer para o CICIND, e que se apresenta nos quadros seguintes.

Da análise dos resultados verifica-se que a armadura horizontal acima da cota 142.00 é condicionada pelos estados limites últimos de resistência e abaixo desta cota pela armadura mínima imposta pela rotura frágil na verificação do estado limite de fissuração.

Verifica-se ainda que a armadura horizontal assim obtida é intermédia entre os valores obtidos pelo Projeto de Regulamento Português e o Código CICIND.

Lisboa, 9 de Fevereiro de 1983

O Eng. Civil

António Alves Falcão

GEOMETRIA (m)			ESFORÇOS (tf e tfm)								Armadura	TENSÕES (tf/m ²)					FISSURAÇÃO		
COTA	RAIO MÉDIO	Espessura	VENTO		TEMPERATURA			OVALIZAÇÃO			We = Wi %	VENTO fv	K	Ovalização σov	Temperatura σt	Total (σs)	Armaduras	Srm cm	Esm x 10 ³
			Hv	0.2 Hv	K	Δt	Kt	Q	Moe	0.2 Moe									
222	4.30	0.20	8.33	1.67	5.714	6.2	434	0.156	0.738	0.148	0.181	167.6	0.185	2768.7	533.8	3470.1	φ 8.14	17.22	122
202	4.30	0.20	31.06	6.21	5.714	6.2	434	0.147	0.696	0.139	0.181	623.4	0.185	2600.3	533.8	3757.5	φ 8.14	17.22	139
182	4.30	0.20	56.16	11.23	5.714	6.2	434	0.137	0.648	0.130	0.181	1127.2	0.185	2432.0	533.8	4093.0	φ 8.14	17.22	158
162	4.30	0.20	79.48	15.90	5.714	6.2	434	0.127	0.601	0.120	0.196	1473.9	0.190	2077.8	529.5	4081.2	φ 8.12	17.22	158
142	4.32	0.23	100.78	20.16	5.265	7.1	432	0.116	0.554	0.110	0.191	1659.8	0.188	1476.5	608.1	3744.4	φ 8.12	18.40	138
122	4.54	0.305	120.11	24.02	4.444	9.3	427	0.103	0.543	0.109	0.167	1623.0	0.179	947.7	808.8	3379.5	φ 10.14	18.80	117
102	5.502	0.357	138.30	27.66	3.944	9.1	356.9	0.089	0.574	0.115	0.164	1470.5	0.178	742.8	792.5	3005.8	φ 10.13	18.05	93
82	5.65	0.387	155.64	31.13	3.724	8.6	311.1	0.075	0.613	0.123	0.164	1356.4	0.178	676.1	748.9	2781.4	φ 10.12	17.36	79
62	6.40	0.401	172.18	34.44	3.636	8.2	286.3	0.063	0.660	0.132	0.163	1286.4	0.177	679.6	715.2	2681.2	φ 10.11	16.66	72
42	7.29	0.410	187.67	37.53	3.571	8.1	276.6	0.051	0.694	0.139	0.162	1211.0	0.177	688.8	706.5	2606.3	φ 10.11	16.66	67
22	8.23	0.416	201.63	40.30	3.533	8.0	269.2	0.039	0.676	0.135	0.162	1135.3	0.177	649.9	697.7	2482.9	φ 10.11	16.66	58
0.00	9.25	0.422	212.11	42.42	3.497	8.0	265.4	0.029	0.635	0.127	0.162	1048.1	0.177	594.1	697.7	2339.9	φ 10.11	16.66	48

ESFORÇOS ± TENSÕES

$$K = \frac{1}{0.5e + 0.075} W / (m^2 \cdot K)$$

$$\Delta t = 0.5eK\Delta T'' \text{ (VER NOTA DE CÁLCULOS LN/14066/82-1/2/7754)}$$

$$K_t = \frac{E\mu\Delta t}{e} = 1.4 \times 10^6 \times 10^{-5} \times \frac{\Delta t}{e}$$

$$Moe = 0.256 QR^2$$

$$\sigma_v = \frac{(0.2 Hv)}{3.2R(We + Wi)e} \text{ tf/m}^2$$

$$\sigma_{ov} = \frac{(0.2 Moe)}{e^2(\frac{1}{3} - \frac{\alpha}{3})\Delta e} \text{ (}\Delta e = We e 10^{-2}\text{)}$$

$$\sigma_{ov} = \frac{(0.2 Moe) \times 10^2}{e^2(\frac{1}{3} - \frac{\alpha}{3})We} \text{ tf/m}^2$$

$$\sigma_t = mK_t e (\frac{1}{3} - \alpha) \text{ (}m = 10\text{)}$$

FISSURAÇÃO

$$S_{rm} = 2(C + \frac{S}{10}) + K_1 K_2 \frac{\phi}{R}$$

$$C = 3.5 \text{ cm}$$

$$K_1 = 0.4$$

$$K_2 = 0.125$$

$$S \leq 15 \phi$$

$$E_{sm} = \frac{\sigma_s}{\epsilon_s} [1 - \beta_1 \beta_2 (\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s})^2]$$

$$\epsilon_s = 2.1 \times 10^{-6} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\beta_1 = 1$$

$$\beta_2 = 0.5$$

$$\sigma_{sr} = 10 \times f_{ct,m} = 10 \times 25 = 250 \text{ kgf/cm}^2$$

$$W_K = 1.7 W_m = 1.7 \times S_{rm} \times E_{sm}$$

ARMADURA MÍNIMA

$$\Delta S \geq \frac{f_{ct,m}}{f_{yk}} \times A_{c,ep} = 6.25 \times 10^{-3} \times A_{c,ep}$$

$$f_{ct,m} = 25 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (B 300)}$$

$$f_{yk} = 4000 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (A 40)}$$

a) PAREDE DE 0,20 (φ 8)

$$S \geq 12 \text{ cm}$$

$$A_{c,ep} = 15 \times \frac{d-X}{2} = 12 \times 5.0 = 60.0 \text{ cm}^2$$

$$A_s \geq 0.38 \text{ cm}^2$$

b) PAREDE DE 0,23 - φ 10.19

$$S = 15 \text{ cm}$$

$$A_{c,ep} = 15 \times \frac{d-X}{2} = 15 \times \frac{11.5}{2} = 86.25 \text{ cm}^2$$

$$A_s \geq 0.54 \text{ cm}^2$$

c) PAREDES DE MAIORES ESPESURAS

$$A_{c,ep} = 12 \times 10.55 = 126.5 \text{ cm}^2$$

$$A_s \geq 0.79 \text{ cm}^2$$

Espessura	ESFORÇOS (tf e tfm)								Armadura We = Wj %	TENSÕES (tf/m ²)					FISSURAÇÃO (w _k ≤ 0.02)				
	VENTO		TEMPERATURA			OVALIZAÇÃO				VENTO σ _v	X	Ovalização σ _{ov}	Temperatura σ _t	Total (σ _s) σ _v + σ _{ov} + σ _t	Armaduras	S _{rm} cm	E _{sm} × 10 ⁻⁶	W _k cm	Armadura minima
	H _v	0.2 H _v	K	Δ _t	K _t	Q	Moe	0.2 Moe											
0.20	8.33	1.67	5.714	6.2	434	0.156	0.738	0.148	0.181	167.6	0.185	2768.7	533.8	3470.1	φ 8.14	17.22	122	0.0036	φ 8.19
0.20	31.06	6.21	5.714	6.2	434	0.147	0.696	0.139	0.181	623.4	0.185	2600.3	533.8	3757.5	φ 8.14	17.22	139	0.0041	φ 8.17
0.20	56.16	11.23	5.714	6.2	434	0.137	0.648	0.130	0.181	1127.2	0.185	2432.0	533.8	4093.0	φ 8.14	17.22	158	0.0046	φ 10.20
0.20	79.48	15.90	5.714	6.2	434	0.127	0.601	0.120	0.196	1473.9	0.190	2077.8	529.5	4081.2	φ 8.12	17.22	158	0.0046	φ 10.20
0.23	100.78	20.16	5.265	7.1	432	0.116	0.554	0.110	0.191	1659.8	0.188	1476.5	608.1	3744.4	φ 8.12	18.40	138	0.0043	φ 10.19
0.305	120.11	24.02	4.444	9.3	427	0.103	0.543	0.109	0.167	1623.0	0.179	947.7	808.8	3379.5	φ 10.14	18.80	117	0.0037	φ 10.16
0.357	138.30	27.66	3.944	9.1	356.9	0.089	0.574	0.115	0.164	1470.5	0.178	742.8	792.5	3005.8	φ 10.13	18.05	93	0.0029	φ 10.14
0.387	155.64	31.13	3.724	8.6	311.1	0.075	0.613	0.123	0.164	1356.4	0.178	676.1	748.9	2781.4	φ 10.12	17.36	79	0.0024	φ 10.13
0.401	172.18	34.44	3.636	8.2	286.3	0.063	0.660	0.132	0.163	1286.4	0.177	679.6	715.2	2681.2	φ 10.11	16.66	72	0.0020	φ 10.12
0.410	187.67	37.53	3.571	8.1	276.6	0.051	0.694	0.139	0.162	1211.0	0.177	688.8	706.5	2606.3	φ 10.11	16.66	67	0.0019	φ 10.12
0.416	201.53	40.30	3.533	8.0	269.2	0.039	0.676	0.135	0.162	1135.3	0.177	649.9	697.7	2482.9	φ 10.11	16.66	58	0.0016	φ 10.12
0.422	212.11	42.42	3.497	8.0	265.4	0.029	0.635	0.127	0.162	1048.1	0.177	594.1	697.7	2339.9	φ 10.11	16.66	48	0.0014	φ 10.12

ESFORÇOS ± TENSÕES

K)
 DATA DE CÁLCULOS LH/14066/82-1/2/7754)
 $10^{-5} \times \frac{\Delta t}{e}$
 /m²
 (e = Wee 10⁻²)
 γ = 0,8
 /m²
 (m = 10)

FISSURAÇÃO

ARMADURA MINIMA
 $S_{rm} = 2 \left(c + \frac{s}{10} \right) + K_1 K_2 \frac{\phi}{R}$
 c = 3,5 cm
 K₁ = 0,4
 K₂ = 0,125
 S ≤ 15 φ
 $R = \frac{A_s}{A_{c,ep}}$
 $E_{sm} = \frac{\sigma_s}{\epsilon_s} \left[1 - \beta_1 \beta_2 \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right]$
 E_s = 2,1 × 10⁶ kgf/cm²
 β₁ = 1
 β₂ = 0,5
 σ_{sr} = 10 × f_{ctm} = 10 × 25 = 250 kgf/cm²
 W_k = 1,7 w_{sm} = 1,7 × S_{rm} × E_{sm}

ARMADURA MINIMA
 $\Delta s \geq \frac{f_{ctm}}{R_{yk}} \times A_{c,ep} = 6,25 \times 10^{-3} \times A_{c,ep}$
 f_{ctm} = 25 kgf/cm² (B 300)
 R_{yk} = 4000 kgf/cm² (A 40)
 a) PAREDE DE 0,20 (φ 8)
 S ≥ 12 cm
 A_{c,ep} = 15 × $\frac{d-X}{2}$ = 12 × 5,0 = 60,0 cm²
 A_s ≥ 0,38 cm²
 b) PAREDE DE 0,23 - φ 10.19
 S = 15 cm
 A_{c,ep} = 15 × $\frac{d-X}{2}$ = 15 × $\frac{11,5}{2}$ = 86,25 cm²
 A_s ≥ 0,54 cm²
 c) PAREDES DE MAIORES ESPESURAS - φ 10.12
 A_{c,ep} = 12 × 10,55 = 126,5 cm²
 A_s ≥ 0,79 cm²