

CMP
AG

3me

APROVADO

Porto, 16 MAIO 1940 de 19__
O PRESIDENTE.*Alf. de Lencastre*

MEMORIA DESCRITIVA E CALCULOS

Trata-se da construção em betão armado de um reservatório cilíndrico para a firma Borges e Irmão, na rua de Serralves, nº 351. Este reservatório está situado num dos ângulos da fábrica, e apoia em três pilares que por sua vez assentam em duas paredes devidamente seguras. Seguem-se os respectivos cálculos:

TAMPA DO RESERVATÓRIO - como se trata duma laje circular, calcular-se-á como armada nos dois sentidos, e como quadrada, de lado igual a 0,82 m. do diâmetro. $L = 0,82 + 2,60 = 2,13 \text{ m.}$ $e = 0,08 \text{ m.}$
Cargas: carga permanente $0,08 \times 2400 = 192 \text{ kg.}$; sobrecarga = 100 kg. carga total = 292 kg. Momento flector: $M = 292 \times 2,13^2 : 20 = 66 \text{ kgms.}$ Altura útil: $h = 11,85 \sqrt{0,066} = 6 \text{ cm.}$ $H = 6 + 2 = 8 \text{ cm.}$
Armaduras: $z = 0,9 \times 6 = 5,4 \text{ cm.}$ $A = 6600 : 1200 \times 5,4 = 1 \text{ cm}^2. = 7 \text{ } \phi \text{ de } 1/4'' \text{ c/ } 2,21 \text{ cm}^2.$ Verificação de tensões: $y = 0,36 \times 6 = 2,16 \text{ cm.}$ $I = 100 \times 2,16^3 : 3 + 15 \times 2,21 (6 - 2,16)^2 = 817 \text{ cm}^4.$

$$R'_b = 6600 \times 2,16 : 817 = 20 \text{ kg/cm}^2.$$

$$R_a = 15 \times 6600 (6 - 2,16) : 817 = 500 \text{ kg/cm}^2.$$

FUNDO DO RESERVATÓRIO - $L = 2,13 \text{ m.}$ Espessura = $e, 13 \text{ m.}$ Cargas: Carga permanente $0,13 \times 2400 = 312 \text{ kg.}$ peso da água = 3000 kg. carga total = 3312 kg. $M = 3312 \times 2,13^2 : 20 = 755 \text{ kgms.}$ Altura útil; $h = 11,85 \sqrt{0,755} = 11 \text{ cm.}$ $H = 11 + 2 = 13 \text{ cm.}$ Armaduras: $z = 0,9 \times 11 = 9,9 \text{ cm.}$ $A = 75500 : 1200 \times 9,9 = 6,3 \text{ cm}^2. = 7 \text{ } \phi \text{ de } 7/16'' \text{ c/ } 6,78 \text{ cm}^2.$ Verificação de tensões: $y = 0,36 \times 11 = 3,96 \text{ cm.}$ $I = 100 \times 3,96^3 : 3 + 15 \times 6,78 (11 - 3,96)^2 = 7120 \text{ cm}^4.$

$$R'_b = 75500 \times 3,96 : 7120 = 42 \text{ kg/cm}^2.$$

$$R_a = 1180 \text{ q/cm}^2$$

L A J E C I R C U L A R --- PAREDE DO RESERVATÓRIO --- Como a pressão no fundo do reservatório é de $500 \times h^2 = 500 \times 3^2 = 4.500 \text{ q/m}^2$ por cm^2 será 0,45 q. Se usarmos cintas espaçadas de 0,15 m., e dermos á laje a espessura de 10 cm. podemos calcular a sua armadura pela forma das condutas circulares, e para $R_a = 700 \text{ q/cm}^2$ $A_a = 0,45 \times 250 \times 10 : 2 \times 700 = 0,803 \text{ cm}^2 = 1 \text{ } \phi \text{ } 7/16'' \text{ c/}$ 0,969 cm² Barras de repartição --- 1 $\phi \text{ } 1/4''$ espaçados 0,20 m.

E como estas barras se devem opôr á flexão da parede, na distancia que separa as cintas, teremos, $P = 0,45 \times 10 \times 20 = 90 \text{ q.}$ Momento $M = 90 \times 10 : 8 = 112,5 \text{ q.m.}$ $z = 0,9 \times 7 = 6,3 \text{ cm.}$ Verificação da armadura ao corte: $T = 112,5 : 6,3 = 17 \text{ q/cm}^2 < 0,248 \times 700 = 173 \text{ q/cm}^2$

Verificação do betão ao corte: $0,45 \times 10 \times 20 : 2(10 + 20) \times 10 = 0,1 < 6$

V I G A C I R C U L A R --- Esta viga, além de estar sujeita a um momento de flexão, também está sujeita a um momento de torção, e pode-se supôr, com toda a segurança, que o encastramento é perfeito, quer num quer noutro caso. Secção arbitrada 0,20 x 0,40
Dados: $R = 1,25 \text{ m.}$ $f = 90^\circ$ Cargas --- Carga devida á cobertura - uniforme - $1/2 \times 1,25 \times 292 = 183 \text{ q.}$ Carga da parede do reservatório $240 \times 1 \times 3 = 720 \text{ q.}$ Carga do fundo e água $1/2 \times 1,25 \times 3312 = 2070 \text{ q.}$ Carga permanente da viga $0,20 \times 0,40 \times 2400 = 216$ Carga total ≈ 3200

E como $H:b=2$ $u=3,2$ Momento flector a meio da viga: $M' = p R^2 \times (A' + B'u) : (C + Du) = 0,21 \times 3200 \times 1,25^2 = 1048 \text{ q.m.}$ Momento flector no encastramento $M'' = M' \times \cos 90^\circ - p R^2 (1 - \cos 90^\circ) = -4992 \text{ q.m.}$

Altura útil: $h = 11,85 \sqrt{4,992 : 0,2} = 43 \text{ cm.}$ Altura total 45 cm



APROVADO

Porto, 16 MAIO 1940 de 19__
O PRESIDENTE,

Alf. S. de Azevedo

Armaduras, para o caso de usarmos armaduras duplas e iguais: $A' = A'' = 1,17 \times 0,20 \times 43 = 10 \text{ cm}^2 = 4 \text{ } \phi \text{ } 3/4'' \text{ c/ } 11,40$ Ponto de momento nulo $0 = \cos j - pR^2 + pR^2 \cos j$ donde $\cos j = 0,82$ ou $j = 34^\circ 55'$ Esforços cortantes: $T = pRf = 6272 \text{ q.}$ Se se der o espaçamento de $0,10 \text{ m.}$ e usar estribos de 4 ramos teremos para secção $w = 6272 \times 15:800 \times 38,7 \times 4 = 0,7 \text{ cm}^2 = \phi \text{ } 3/8'' \text{ c/ } 0,711$ Torção: Momento no encastramento $M_t' = M' \sin f - pR^2(f - \sin f) = -0,35 \times 3200 \times 1,25^2 = -1747 \text{ q.m.}$ Momento máximo positivo $M_{t,max} = M' \sin g - pR^2(g - \sin g)$ em que $g = 34^\circ 55'$ $M_{t,max} = 460 \text{ q.m.}$ A armadura de torção será constituída por $\phi \text{ } 7/16''$ inclinado 45° $a' = 0,16 \text{ m.}$ $b' = 0,40$ $n = 1747(0,16 + 0,40):1,25 \times 0,40 \times 0,16 \times 0,969 \times 800 = 16$ A distribuição será segubdo b' $nb':2(a'+b') = 5$ e 3 segundo a' Distancia dos ferros: $e = \sqrt{2(16+41)}:16 = 5 \text{ cm.}$

Porto, 27 de Maio de 1940

Autenticado
Eng. Simão