

na imprensa
 sessão da Comissão Executiva,
 14 de Agosto de 1924



323
 9
 155-
 Letra do documento
 3227777777



Luís Pereira

2^a Câmara Municipal do Porto

1553
 18/10/24

Joaquim Alves Barbosa, proprietá-
 rio, morador na Rua Alexandre Braga, n.º 28
 a 38, tendo em construção, na mesma rua, angu-
 lo da Rua Formosa, um prédio cujo projecto lhe
 foi aprovado em 20 de Dezembro de 1923 o qual
 indica que os pavimentos serão mistos, visto é:
 de betão e madeira, mas desejando agora que
 o pavimento do 1.º andar seja todo em betão, isto
 apenas para servir de cobertura provisória -
 enquanto se vão levantando os andares superio-
 res - ao estabelecimento que deseja desde logo mon-
 tar no rez-de-chão, apresenta a V. Ex.ª os necessá-
 rios desenhos e cadernos de cálculos finitos, e

1521

Arrolado em *Licença* 15273
 de 28 de Agosto 1924
 Vede a V. Ex.ª se o quem
 conceder-lhe licença para
 tal fim.



Porto 28 de Julho de 1924

1523
[Signature]

[Signature]
 15250
 26/8/24





CAULCULOS DAS OBRAS EM BÉTÃO ARMADO

.....E

ADITAMENTO Á NOTA DE CALCULO DOS PAVIMENTOS

DO PROJECTO APRESENTADO POR JOAQUIM ALVES BAR-

BOSA, APROVADO NA SESSÃO DE 20 DE DEZEMBRO DE

1923.

???.....???

.....

.....

.....

:::

:::

TAXAS DE TRABALHO DOS MATERIAES

Para o betão aditamentos 25 - 45 kg/ cm.² e para o material 1.100 kg/cm.² Para o aditamentos o valor 13.

LA 0 2 3

De 10 m que a maleria das leges tenha menor vdo. adaptada o valor de 2,00 metros.



326
REPUBLICA PORTUGUESA, PORTO EM CAMARA,
DE AGOSTO DE 1924
O PRESIDENTE

O presente aditamento tem por objecto a calculo, dum pavimento completo em betão armado, em substituição do pavimento mixto, de betão e madeira, que foi aprovado em sessão de 20 de Dezembro de 1923. Esta substituição apenas diz respeito ao primeiro andar; quanto aos restantes ficam tal e qual foram aprovados n'aquella sessão da Exma. Camara.

O pavimento de que nos vamos ocupar, ficará constituido por lages e nervuras, umas no sentido longitudinal, outras no transversal. Ao meio do rez do chão, são construidos dois pilares, como no projecto primitivo, destinados a servirem de apoio a uma nervura longitudinal e ás duas transversaes, servindo estas de apoio ás restantes longitudinaes.

CARGA A CONSIDERAR

O destino d'este pavimento é para escritorios, por isso a carga util poderia ser a de 250 k/m^2 . Prevendo, porém, a hipotese de mais tarde lhe ser dada uma applicação um pouco diferente, augmentamos a carga util para 350 k/m^2 , carga esta que vamos adoptar nos calculos que se vão seguir.

DOSAGEM DO BÉTÃO

A dosagem que adoptaremos para o betão será de 350 kg. de cimento artificial, 400 litros de areia e 800 litros de cascalho.

TAXAS DE TRABALHO DOS MATERIAES

Para o betão admitiremos $R_b = 45 \text{ kg/cm}^2$ e para o metal 1.100 kg/cm^2 . Para m admitiremos o valor 15.

L A G E S

VÃO - Se bem que a maioria das lages tenha menor vão, adoptamos o valor de 3,00 metros.

CARGA- Carga util.....350 k
 peso proprio, 0,11X2500 275
 Total p = 625 k/ m.²

MOMENTO FLECTOR- O valor do momento flecto maximo é:

$$M = \frac{pl^2}{10} = \frac{625 \times 9}{10} = 56250 \text{ kgem.}$$

ALTURA UTIL - O valor da altura util é:

$$h = \sqrt{\frac{56250}{100 \times 7,467}} = 8,66 \text{ cm.}$$

ALTURA TOTAL- Á altura total damos-lhe:

$$h = 8,66 + 2,34 = 11 \text{ cm.}$$

ARMADURA-A secção da armadura por metro corrente de lage, será:

$$S = 0,00777 \times 8,66 \times 100 = 6,72 \text{ cm.}^2$$

Empregaremos 6 ferros ϕ de 12 m/m de diametro, por metro, com a secção de $S = 6,79 \text{ cm.}^2$, isto para a resistencia; para a repartição dos esforços empregaremos 6 ϕ de 6 m/m, 5 por metro.

N E R V U R A S

Para melhor compreensão dividimos as nervuras em TRANSVERSAES E LONGITUDINAES e estas em 3 grupos. O primeiro grupo vai indicado com a letra A, na planta, o segundo com B e o terceiro com C, C', C" e C'''

LONGITUDINAES

Primeiro grupo .

VÃO - 7,50 metros.

CARGA - A carga por metro corrente é:

$$\begin{array}{rcl} \text{Transmitida pelas lages} & 3 \times 625 & = 1.875 \text{ k} \\ \text{peso proprio} & & \underline{175} \end{array}$$

$$\text{Total p} = \underline{2.050}$$

LARGURA - Á largura d'estas nervuras damos-lhe

$$b' = 15 \text{ cm.}$$

LARGURA DA LAGE INTERESSADA NA COMPRESSÃO - O menor valor é

$$b = 10 \times 15 = 150 \text{ cm.}$$



MOMENTO FLECTOR- O momento flector maximo é:

$$M = \frac{pl^2}{10} = \frac{7,50^2 \times 2050}{10} = 1.153.125 \text{ kgcm.}$$

ALTURA UTIL - A altura util será :

$$h' = \sqrt{\frac{1.153.125}{7,467 \times 150}} = 32 \text{ cm.}$$



ALTURA TOTAL- A altura total será, portanto:

$$h = 32 + 5 = 37 \text{ cm.}$$

ARMADURA - A secção da armadura é :

$$S = 0,00777 \times 32 \times 150 = 37,29 \text{ cm.}^2$$

Empregaremos 4 ferros ϕ de 35 m/m de diametro com a secção total de $S=38,48 \text{ cm.}^2$. Para combater o momento flector negativo, dois dos ferros serão levantados a uma distancia de 1,00 metro, a contar dos apoios.

ESTRIBOS - Os estribos serão constituídos por arco de ferro de $I \frac{3}{4}'' \times I7$ (B.W. G.). São dois, formando dois ramos, cuja secção será de:

$$S = 2 \times 2 \times 1,40 \times 44,45 = 249 \text{ cm.}^2$$

Como se sabe a expressão do esforço transversal é

$$T = p \left(-\frac{1}{2} - x \right)$$

e para $x=0$ $T = 2.050 \times 3,75 = 7688 \text{ kg.}$

e o afastamento dos estribos será

$$k = \frac{R s h}{T} = \frac{8 \times 249 \times 28}{7688} = 7 \text{ cm.}$$

para $x=1$ $T = 2.050 \times 2,75 = 5638$

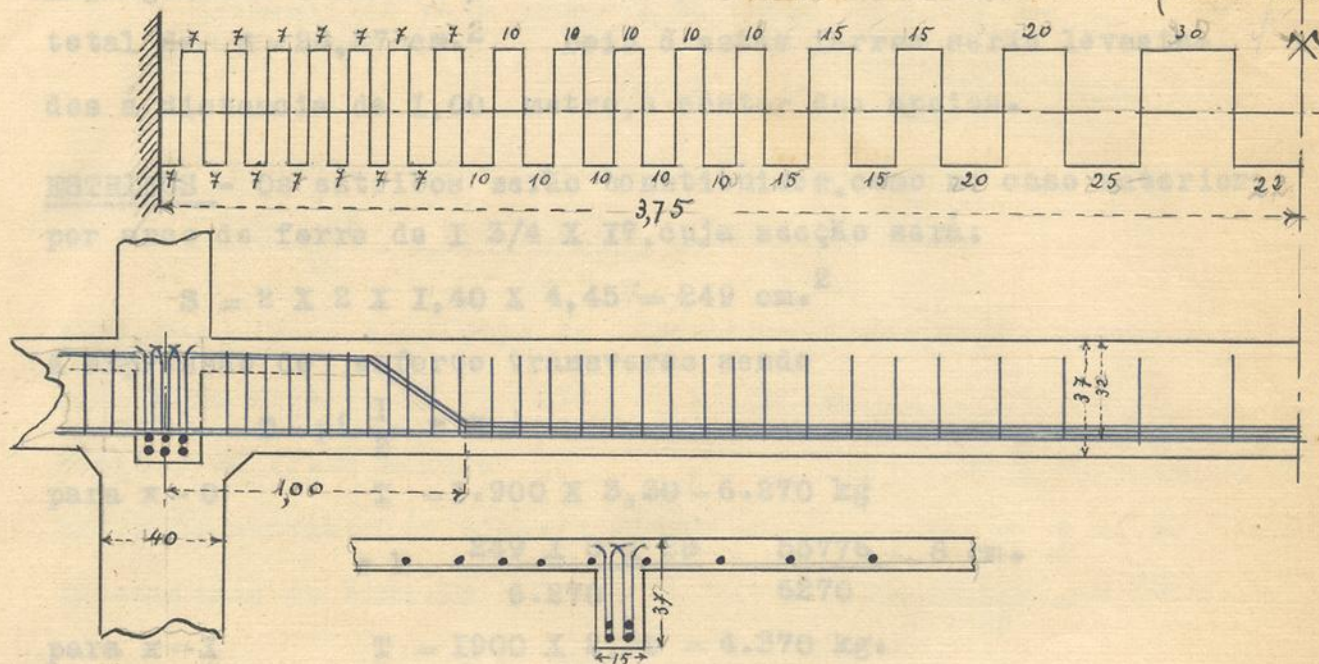
$$k = \frac{55776}{5638} = 10 \text{ cm.}$$

para $x=2$ $T = 2.050 \times 1,75 = 3589$

$$k = \frac{55776}{3589} = 15 \text{ cm.}$$

Com os dados atraz ,a distribuição dos estribos faz-se conforme o grafico abaixo.

Escala 1:25



2º GRUPO, VIGAS B - As vigas d'este grupo terão a mesma secção que as do anterior.

Vão - 6,60 metros

Carga - A carga por metro corrente será:

transmitida pela lage $2,85 \times 625 = 1782 \text{ k}$
peso proprio 98

Total $p = 1880 \text{ k/p.m.c.sejam}$

1.900 kg.

Momento flector - O momento flector maximo será:

$$M = \frac{pl^2}{10} = \frac{1.900 \times 6,60^2}{10} = 827.640 \text{ kgcm.}$$

Secção - A secção ,como acima dizemos, é de

$$h = 32 \text{ cm.} \quad h = 37 \text{ cm.} \quad b' = 15 \text{ cm.}$$

Armadura - A posição da fibra neutra é $y = 0,38 \times 32 = 12,16 \text{ cm.}$

O braço da alavanca do binario elastico é

$$z = 32 - 4 = 28 \text{ cm.}$$

A intensidade

$$F = \frac{827640}{28} = 29560 \text{ kg.}$$

A secção da armadura será:

$$S = \frac{29560}{1100} = 27 \text{ cm.}^2$$

Empregaremos 4 ferros ϕ de 30 m/m de diametro com a secção total de $S = 28,27 \text{ cm.}^2$ Dois d'estes ferros serão levantados á distancia de 1,00 metro, a contar dos apoios.

ESTRIBOS - Os estribos serão constituídos, como no caso anterior, por arco de ferro de $I \frac{3}{4} \times I7$, cuja secção será:

$$S = 2 \times 2 \times I,40 \times 4,45 = 249 \text{ cm.}^2$$

A expressão do esforço transverso sendo

$$T = p \left(\frac{l}{2} - x \right)$$

para $x = 0$ $T = 1.900 \times 3,30 = 6.270 \text{ kg}$

$$e \ k = \frac{249 \times 8 \times 28}{6.270} = \frac{55776}{6270} = 8 \text{ cm.}$$

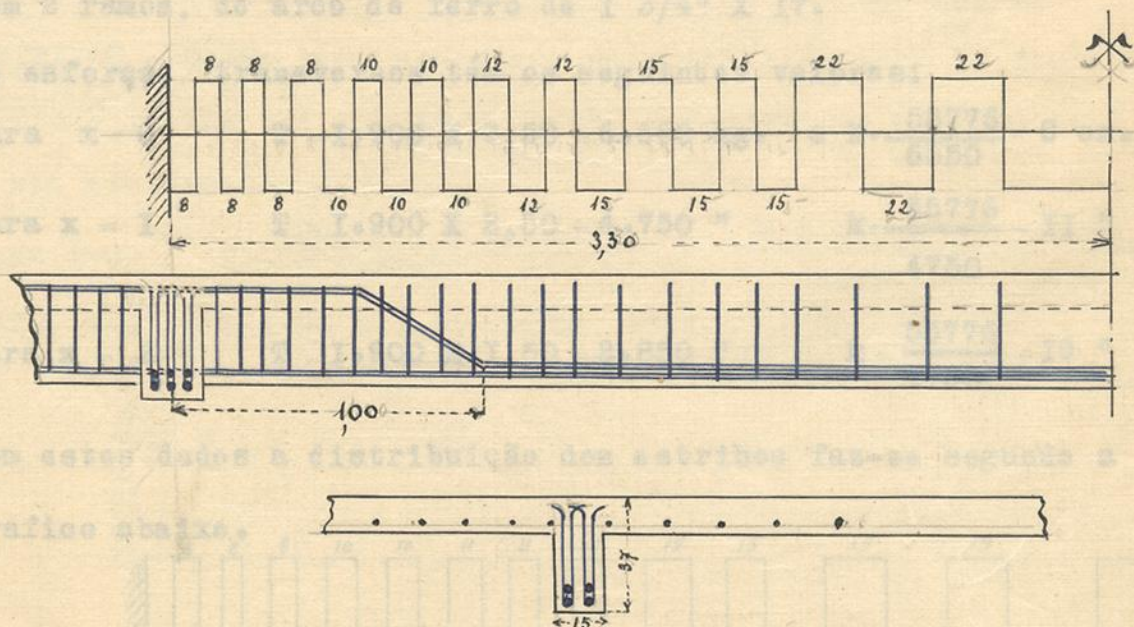
para $x = I$ $T = 1900 \times 2,30 = 4.370 \text{ kg.}$

$$k = \frac{55776}{4370} = 12 \text{ cm.}$$

para $x = 2$ $T = 1900 \times 1,30 = 2470 \text{ kg.}$

$$k = \frac{55776}{2470} = 22 \text{ cm.}$$

N'estas condições a distribuição dos estribos será a seguinte:



3º GRUPO

Viga C

VÃO- 7,00 metros.

CARGA- Carga por metro corrente:

Transmitida pela lage 2,85 X 625 = 1.782 k
Peso proprio 98 "

Total p = 1.880 " sejam 1.900 k.

MOMENTO FLECTOR-O valor do momento flector maximo é:

$$M = \frac{pl^2}{10} = \frac{1.900 \times 49}{10} = 931.000 \text{ kgcm.}$$

ARMADURA - Para o calculo da armadura, temos, visto darmos á secção da viga $h=32$ $h=37$ e $b=15$ cm.

Posição da fibra neutra $y = 0,38 \times 32 = 12,16$ cm

Braço da alavanca do binario elastico $z = 32 - 4 = 28$ "

Intensidade do binario $F = \frac{931000}{28} = 33250$ k.

Secção da armadura: $S = \frac{33250}{1100} = 30,20$ cm.²

Empregaremos 4 ferros ϕ de 31 m/m de diametro, com a secção total de $S=30,20$ cm.² Dois serão levantados a 1,00 dos apoios.

ESTRIBOS- Como nos casos anteriores, empregaremos dois estribos com 2 ramos, de arco de ferro de 1 3/4" X 17.

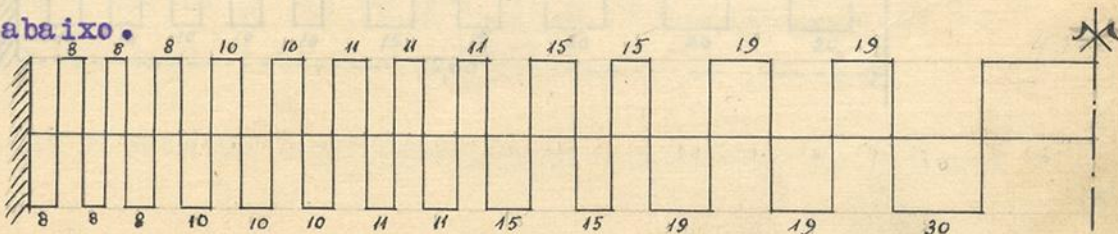
Os esforços transversos têm os seguintes valores:

para $x = 0$ $T = 1.900 \times 3,50 = 6.650$ kg. e $k = \frac{55776}{6650} = 8$ cm.

para $x = 1$ $T = 1.900 \times 2,50 = 4.750$ " $k = \frac{55776}{4750} = 11$ "

para $x = 2$ $T = 1.900 \times 1,50 = 2.850$ " $k = \frac{55776}{4750} = 19$ "

Com estes dados a distribuição dos estribos faz-se segundo a grafico abaixo.



VIGA C'



6a

VÃO - O vão é de 5,70 m.

CARGA - A carga uniformemente repartida por metro corrente é de:

Carga transmitida pela lage 2,85 X 625 = 1.782 kg.

Peso proprio

98

Total 1.880 " sejam

1900 kg. p.m.c.

MOMENTO FLECTOR - O momento flector maximo é :

$$M = \frac{5,70^2 \times 1900}{10} = 617500 \text{ kgcm,}$$

SECÇÃO - A secção da viga será:

$$h' = 32 \quad h = 37 \quad e \quad b' = 15 \text{ cm.}$$

ARMADURA - Para a secção da armadura, temos:

$$y = 0,38 \times 32 = 12,16 \text{ cm.}$$

$$z = 32 - 4 = 28 \text{ cm.}$$

$$F = \frac{617500}{28} = 22053 \text{ kg.}$$

E a secção da armadura é então

$$S = \frac{22053}{1100} = 20 \text{ cm.}^2$$

Empregaremos 4 ferros ϕ de 26 m/m, com a secção de $S = 21,24 \text{ cm.}^2$
Dois serão levantados a distancia de 60 cm. dos apoios

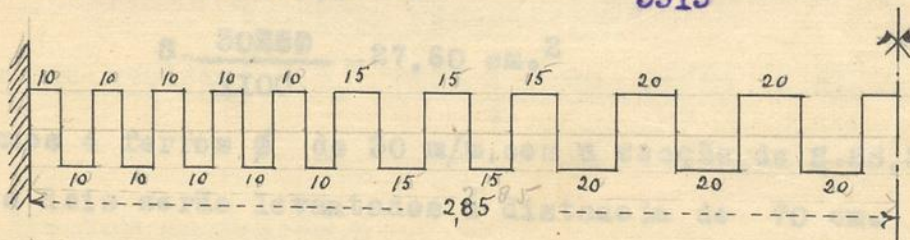
ESTRIBOS - Serão como nos casos anteriores de arco de ferro de

I 3/4 X 17. São 2 e formam 2 ramos. A sua secção é $S = 249 \text{ cm.}^2$

O seu afastamento será:

$$\text{para } x=0 \quad T = \frac{1900 \times 5,7}{2} = 5415 \quad e \quad k = \frac{8 \times 249 \times 28}{5415} = \frac{55776}{5415} = 10 \text{ cm.}$$

$$\text{Para } x=1 \quad T = 1900 \times 1,85 = 3515 \quad k = \frac{55776}{3515} = 15 \text{ cm.}$$



VIGA C''



66

333

V10)- 6,00 metros

CARGAS- a(concentrada a meio

Transmitida pela viga C'

$$P = 5415 \text{ kg.}$$

b(uniformemente repartida

Peso proprio 98 kg.

transmitida pela lage 0,7X625 = 438

p = 536 " por metro corrente, sejam 550 kg.

A carga transmitida pela lage não actua sobre todo o comprimento da viga; apesar d'isso, supômos que ela se exerce sobre todo o seu comprimento.

MOMENTOS FLECTORES -

a(carga concentrada

$$M = \frac{Pl}{5} = \frac{5415 \times 6}{5} = 649800 \text{ kgcm.}$$

Este momento flector refere-se a um meio encastramento.

b(carga uniformemente repartida

$$M = \frac{pl^2}{10} = \frac{550 \times 36}{10} = 198000 \text{ kgcm.}$$

O momento flector total será:

$$M_t = 649800 + 198000 = 847800 \text{ kgcm. (847800)}$$

ARMADURA - Para o calculo da armadura, temos:

$$y = 0,38 \times 32 = 12,16 \text{ cm.}$$

$$z = 32 - 4 = 28 \text{ cm.}$$

$$F = \frac{847800}{28} = 30280 \text{ kg.}$$

A secção da armadura será, pois:

$$S = \frac{30280}{1100} = 27,60 \text{ cm.}^2$$

Empregaremos 4 ferros ϕ de 30 m/m, com a secção de S=28,27 cm.² dos quaes dois serão levantados á distancia de 70 cm.

ESTRIBOS- São 2 dois de dois ramos, de arco de ferro de I 3/4 X 17

334 62

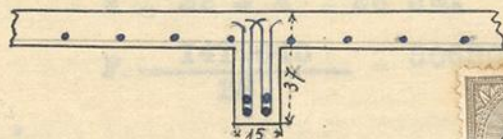
Como ha uma carga concentrada importante, adoptamos uma distribui-
ção uniforme dos estribos, de modo que o seu espaçamento será:

$$T = \frac{5415}{2} + \frac{550 \times 6}{2} = 4358 \text{ kg.} \quad e \quad k = \frac{55776}{4358} = 12 \text{ cm.}$$

em todo o comprimento da viga



SECÇÃO DA VIGA - A secção da viga é de h=37 e b'=15 cm.



VIGA C'''



VÃO - 7 metros. (7 m.)

CARGAS - a(uniformemente repartida

Transmitida pela lage 2,85 X 625 = 1782 kg.

Peso proprio

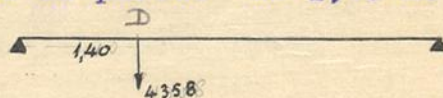
98 "

Total p = 1880 " sejam 1900 kg. por

metro corrente.

b(concentrada

A carga concentrada é transmitida pela viga C'', que se vem apoiar sobre esta a uma distancia da parêde de 1,40 m. O seu valor é de P = 4358 kg.



MOMENTOS FLECTORES- a(carga uniformemente repartida

$$M = \frac{pl^2}{10} = \frac{1900 \times 49}{10} = 931000 \text{ kgcm.}$$

b(carga concentrada

Reacções dos apoios : $R_a = \frac{4358 \times 5,60}{7} = \frac{24405}{7} = 3486 \text{ kg.}$

$$R_b = 4358 - 3486 = 872 \text{ kg.}$$

Momento flector na secção D

$$M_d = 3486 \times 1,40 = 488040 \text{ kgcm.}$$

O momento flector maximo total, será:

$$M_t = 931000 + 488040 = 1419040 \text{ kgcm.}$$



335 6d

Este valor é superior ao real, visto que os dois maxima não têm o seu valor na mesma secção

SECÇÃO → Tomamos para $M' = 32 \text{ cm.}$ $h = 37 \text{ cm.}$ e $b' = 20 \text{ cm.}$

ARMADURA - Para secção da armadura teremos:

$$y = 0,38 \times 32 = 12,16 \text{ cm.}$$

$$z = 32 - 4 = 28 \text{ cm.}$$

$$F = \frac{1419040}{28} = 50680 \text{ kg.}$$

E a secção será:

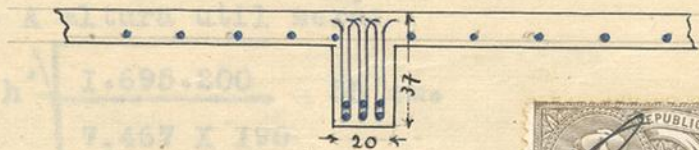
$$S = \frac{50680}{1100} = 46,10 \text{ cm.}^2$$

Empregaremos 6 ferros ϕ de 32 m/m, dos quaes 3 serão levantados á distancia de 90 cm. dos apoios.

ESTRIBOS - Serão 3 de 3 ramos, de $1 \frac{3}{4} \times 17$, arco de ferro, com a secção de $S = 373,38 \text{ cm.}^2$

Como temos uma carga concentrada importante adoptaremos um espaçamento de estribos uniforme:

$$T = 3486 + \frac{1900 \times 7}{2} = 10136 \text{ kg} \quad \text{e} \quad k = \frac{373,38 \times 28 \times 8}{10136} = 9 \text{ cm.}$$



VIGAS TRANSVERSAES



386

VÃO - O vão d'estas vigas é de 5,70 metros.

CARGAS - Sobre estas vigas actua duas especies de carga, quanto a sua repartição: Cargas uniformemente repartidas, devidas ao peso proprio da viga, e á transmitida por uma pequena zona da lage; carga concentrada, devida ás vigas longitudinaes que sobre estas se vêm apoiar ao meio.

a(carga concentrada ao meio

Esta carga tem o valor maximo de $P = 7688 + 6270 = 13.958$ kg.

b(carga uniformemente repartida

Peso proprio $0,29 \times 0,20 \times 2.500 = 145$ kg.
transmitida pela lage 175 "

$$p = \frac{320}{10} \text{ " por m. c.}$$

A carga transmitida pela lage escusavamos de a considerar; fazemo-lo apenas por uma medida de precaução.

MOMENTOS FLECTORES - a(carga concentrada:

$$M' = \frac{Pl}{5} = \frac{13.958 \times 5,70}{5} = 1.591.200 \text{ kgcm.}$$

b(carga repartida

$$M'' = \frac{pl^2}{10} = \frac{320 \times 5,70^2}{10} = 104.000 \text{ kgcm.}$$

Total $M = M' + M'' = 1.591.200 + 104.000 = 1.695.200$ kgcm.

ALTURA UTIL - A altura util será:

$$h' = \sqrt{\frac{1.695.200}{7,467 \times 190}} = 35 \text{ cm.}$$

visto a largura da lage interessada na compressão ser $b = \frac{570}{3} = 190$ cm

ARMADURA - A secção da armadura será de:

$$S = 0,00777 \times 190 \times 35 \text{ cm} = 51,67 \text{ cm.}^2$$

Empregaremos 6 ferros redondos de 33 m/m de diametro, sendo 3 levantados a uma distancia de 0,40 m. dos apoios.

3378

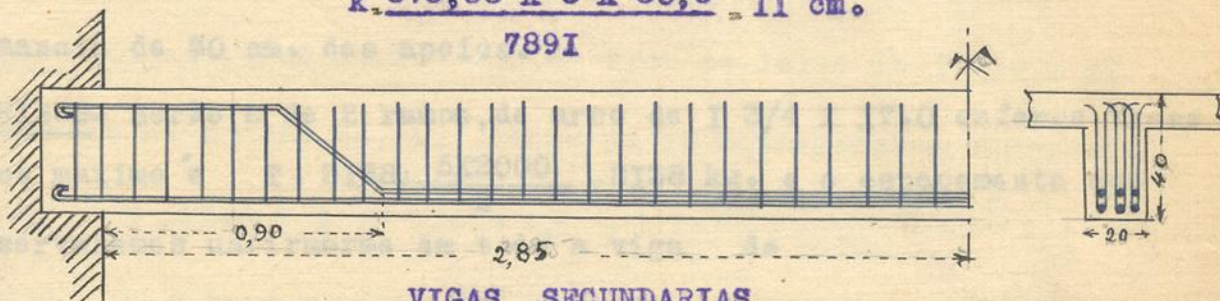
SECÇÃO DA VIGA - A altura total será $h = 40 \text{ cm}$ CMP $b' = 20 \text{ cm}$.

ESTRIBOS - Serão tres, de tres ramos, constituidos por arco de $I \frac{3}{4} \times I7$. A sua secção será de $S-I, 40 \times 44, 45 \times 3 \times 373, 38 \text{ cm}^2$

Os esforços transversos sendo sensivelmente iguaes sobre todo o comprimento da viga e iguaes a $T = \frac{13958}{2} + \frac{320 \times 5,70}{2} = 7891 \text{ kg}$.

o espaçamento dos estribos será constante e igual a

$$k \frac{373,38 \times 8 \times 30,6}{7891} = 11 \text{ cm}.$$



VIGAS SECUNDARIAS

"a"

VÃO - 5,00 metros

CARGAS - a(uniformemente repartida

Transmitida pela lage $3 \times 625 = 1875 \text{ kg}$.

Peso proprio

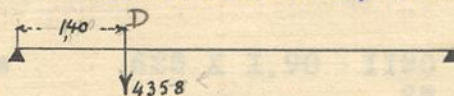


75
Total = 1950 " sejam 2000 kg/ p.m.e.

b(carga concentrada

Transmitida pela viga C'' á distancia de 1,40 da parêde

$P = 4358 \text{ kg}$.



MOMENTOS FLECTORES - a(carga uniformemente repartida

$$\frac{M \cdot pl^2}{10} = \frac{2000 \times 25}{10} = 500000 \text{ kgcm}.$$

b(carga concentrada

Reacções dos apoios :- $R_a = \frac{4358 \times 3,60}{5} = 3138 \text{ kg}$. $R_b = 4358 - 3138 = 1200 \text{ kg}$

Momento flector na secção D:- $M_d = 3138 \times 1,40 = 439320 \text{ kgcm}$.

O momento flector total, será : $M = 500000 + 439320 = 939320 \text{ kgcm}$.

embora isso não seja verdade, visto os maxima dos dois momentos não o serem na mesma secção. Mas é mais seguro.

SECÇÃO - Damos á nervura a secção de $h' = 32 \text{ cm}$. $h = 37 \text{ cm}$. e $b' = 15 \text{ cm}$.

ARMADURA - A secção da armadura será:

$$y = 0,38 \times 32 = 12,16 \text{ cm.}$$

$$z = 32 - 4 = 28 \text{ cm.}$$

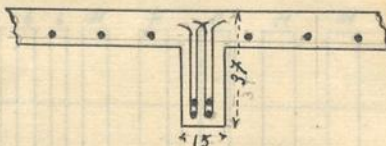
$$F = \frac{939320}{28} = 33550 \text{ kg.}$$

$$E \quad S = \frac{33550}{1100} = 30,50 \text{ cm.}^2$$

Empregaremos 4 ferros redondos de 32 m/m, dos quæes levantados á distancia de 70 cm. dos apoios.

ESTRIBOS- Serão 2 de 2 ramos, de arco de $1 \frac{3}{4} \times 17,0$ esforço trans versos maximo 'e $T = 3138 + \frac{5 \times 2000}{2} = 8138 \text{ kg.}$ e o espaçamento que conservaremos uniformemente em toda a viga de

$$k = \frac{55776}{8138} = 6 \text{ cm.}$$



VIGA " G "

VÃO - 4,30 m.

CARGA-Transmitida pela laje
Peso proprio

$$625 \times 1,90 = 1190 \text{ kg.}$$
$$\frac{25}{25} "$$

$$\text{Total } p = \underline{1215} " \text{ por metro cor}$$

rente.

$$\text{MOMENTO FLECTOR} - M = \frac{pl^2}{10} = \frac{4,30^2 \times 1215}{10} = 224653 \text{ kgcm.}$$

LARGURA DA VIGA - Para largura da viga damos $b' = 10 \text{ cm.}$

LARGURA DA LAJE INTERESSADA NA COMPRESSÃO -

$$b = 10 \times 10 = 100 \text{ cm.}$$

ALTURA UTIL - A altura util será:

$$h' = \sqrt{\frac{224653}{7,467 \times 100}} = 17,32 \text{ cm.}$$

ALTURA TOTAL - A altura total será, portanto:

$$h = 17,32 + 2,68 = 20 \text{ cm.}$$

ARMADURA - A secção da armadura será:

$$S = 0,00777 \times 100 \times 17,32 = 13,45 \text{ cm.}^2$$

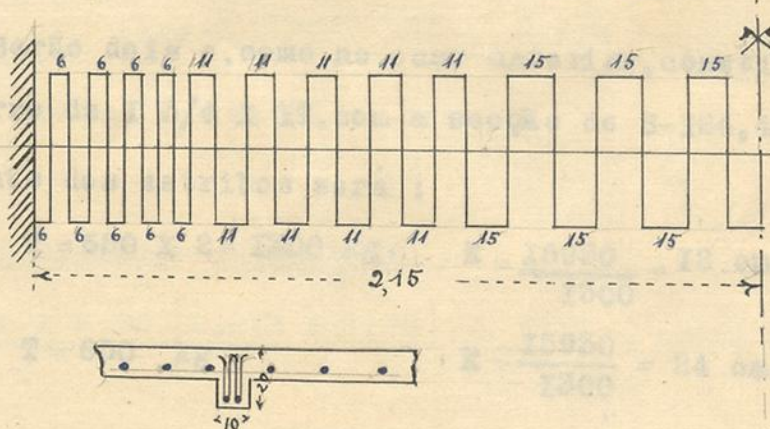


Empregaremos 2 ferros ϕ de 30 m/m com a secção de $S=14,14$, os quaes serão levantados á distancia de 50 cm. dos apoios.

ESTRIBOS - Os estribos serão dois, de arco de ferro de $1 \frac{3}{4} \times 17$, com a secção de $S=124,46 \text{ cm.}^2$, sendo os espaçamentos os seguintes:

$$\text{Para } x=0 \quad T = 1215 \times 2,15 = 2613 \text{ kg} \quad \text{e } k = \frac{124,46 \times 16 \times 8}{2613} = 6 \text{ cm.}$$

$$\text{para } x=1 \quad T = 1215 \times 1,15 = 1397 \text{ " } \quad k = \frac{15930}{1397} = 11 \text{ cm.}$$



VIGA "F"

VÃO - O vão é de 4,00 metros.

CARGA - A carga por metro corrente que actua sobre a viga é de

$$\begin{array}{rcl} \text{Carga transmitida pela lage} & \text{IX625} & = 625 \\ \text{Peso proprio} & & \underline{25} \end{array}$$

$$\text{Total } p = \underline{650} \text{ kg. p.m. c.}$$

MOMENTO FLECTOR - O valor do momento flector maximo é:

$$M = \frac{16 \times 650}{10} = 104000 \text{ kgcm.}$$



SECÇÃO - Adoptamos a mesma secção para esta viga de

$h=20$ cm. e $b=10$ cm.



ARMADURA - Para o calculo da armadura temos:

Valor da posição da fibra neutra $y = 0,38 \times 18 = 6,84$ cm.

Id. do braço da alavanca do bin: $z = 18 - 2,38 = 15,62$ cm.

Id. da intensidade do binario $F = \frac{104000}{15,62} = 6660$ kg.

e a secção terá então para valer:

$$S = \frac{6660}{1.100} = 6,6 \text{ cm.}^2$$

Empregaremos 2 ferros ϕ de 21 m/m de diametro, com a secção total de $S=6,92 \text{ cm.}^2$, devendo ser levantados á distancia de 50 cm. dos apoios.

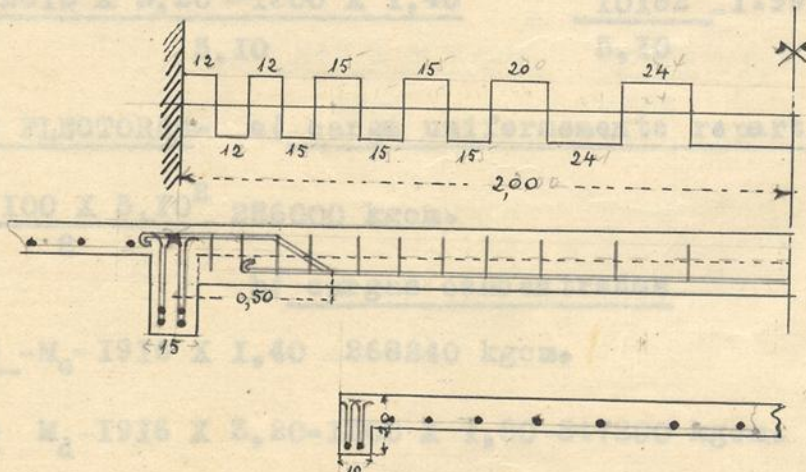
ESTRIBOS - Serão dois e, como no caso anterior, constituidos por arco de ferro de $1 \frac{3}{4} \times 17$, com a secção de $S=124,46 \text{ cm.}^2$

O afastamento dos estribos será :

para $x=0$ $T = 650 \times 2 = 1300$ kg. $k = \frac{15930}{1300} = 12$ cm.

para $x=1$ $T = 650$ kg $k = \frac{15930}{1300} = 24$ cm.

Grafico da distribuição :



VIGA " H "



341

VÃO - O vão é de 5,10 metros.

CARGAS - Temos a considerar duas especies de cargas, quanto á sua repartição: Carga uniformemente repartida, transmitida pela lage que a viga consolida, e peso proprio; cargas concentradas, transmitidas pelas vigas "F" e "G", as quaes se veem apoiar sobre a viga de que nos estamos a ocupar.

Carga uniformemente repartida :

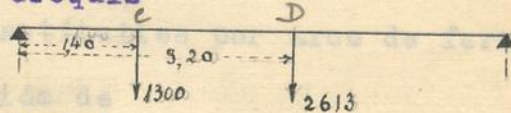
Transmitida pela lage 1,55 X 625 = 970 kg. por m.c.
Peso proprio 130

Total p = 1.100 " " "

Cargas concentradas:

Transmitida pela viga "F"	1.300 kg
Idem idem "G"	2.613 "

actuando nos pontos indicados no croquis



REACÇÕES DOS APOIOS - Apoio A

$$R_a = \frac{1300 \times 3,70 - 2.613 \times 1,90}{5,10} = \frac{9775}{5,10} = 1.916 \text{ kg.}$$

Apoio B

$$R_b = \frac{2613 \times 3,20 - 1300 \times 1,40}{5,10} = \frac{10182}{5,10} = 1.997$$

MOMENTOS FLECTORES- a(carga uniformemente repartida

$$M' = \frac{1.100 \times 5,10^2}{2} = 286000 \text{ kgcm.}$$

b(cargas concentradas

Secção B - $M_c = 1916 \times 1,40 = 268240 \text{ kgcm.}$

Secção D $M_d = 1916 \times 3,20 - 1300 \times 1,80 = 847200 \text{ kgcm.}$

Para momento total, tomamos

$$M = 268240 + 847200 = 1133440 \text{ kgcm.}$$

342 13
 embora isso não seja rigorosamente exacto, visto os dois momentos
 máxima não o serem na mesma secção.

SECÇÃO - Á secção da viga damos-lhe:

$$h' = 32 \text{ cm.} \quad h = 37 \text{ cm.} \quad b' = 15 \text{ cm.}$$



ARMADURA - Para o calculo da armadura temos:

$$y = 0,38 \times 32 = 12,16 \text{ cm.}$$

$$z = 32 - 4 = 28 \text{ cm.}$$

$$F = \frac{1133440}{28} = 40470 \text{ kg.}$$

e então para secção vem:

$$S = \frac{40470}{1100} = 36,70 \text{ cm.}^2$$

Empregaremos 4 ferros ϕ de 35 m/m, sendo dois d' eles levantados
 á distancia de 80 cm. dos apoios.

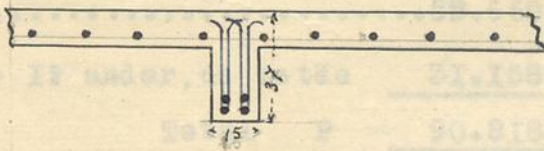
ESTRIBOS - Serão 2 de 2 ramos, constituídos por arco de ferro de
 I 3/4 X I7, com a secção já conhecida de

$$S = 249 \text{ cm.}^2$$

O esforço transverso maximo é $T = 1997 \times \frac{1100 \times 5,10}{2} = 4802 \text{ kg.}$

E como ha cargas uniformemente repartidas, damos aos estribos um
 espaçamento uniforme igual a

$$k = \frac{249 \times 8 \times 28}{4802} = \frac{55776}{4802} = 11 \text{ cm.}$$



PILARES DO RÉZ DO CHÃO



Devido ao pavimento do primeiro andar, que atraz fica calculado, ficar mais pesado do que o que foi apresentado no projecto primitivo, aumentamos a secção d'estes pilares de 35 cm. de lado para 343

$$b = 40 \text{ cm.}$$



As armaduras são as mesmas que primitivamente, isto é, serão armados com 4 barras longitudinaes de 30 m/m de diametro, cuja secção é :

$$S = 28,27 \text{ cm.}^2$$

e com cintas quadradas de 8 m/m de diametro, espaçadas de 4,5 cm.

N'estas condições, a carga que cada um poderá suportar, é, segundo o Regulamento Português:

Volume de cada cinta..... $V = 0,50 \times 120 = 60 \text{ cm.}^3$

" correspondente
de betão

$$V' = 1.225 \times 4,5 = 5.512 \text{ cm.}^3$$

A resistencia unitaria do betão será

$$R'_b = R_b \left(1 \ 0,50 \times 32 \times \frac{60}{5512} \right) = 45 \times 1,2 = 54 \text{ kg.}$$

A carga que cada pilar pôde suportar será, portanto:

$$P = 54 \times (1600 \ 15 \times 28,27) = 109.296 \text{ kg.}$$

Ora, a carga que actua sobre os pilares do 1º andar, sobre cada um d'eles, é59.660

Carga do pavimento do 1º andar, de betão 31.158

$$\text{Total } P = \underline{90.818 \text{ kg.}}$$

344
1023 RE
ta. 28-7-9



3.^a Repartição — TÉCNICA

OBRAS DIVERSAS

Especificação da obra: *Substituir parnimento misto por*
Parnimento armado

Requerente: *Marino Andres Barbona*

Morada:

Situação da obra: *Quase Alexandre Maga e Ferruz*

Responsável:

Está nos casos do art. do Cod. de Post.

Declaração de responsabilidade:

Projecto da obra:

In terms of Experiments

11-8-924

C. A. Rodrigue

Condições a impôr:

Alinhamento:

Nível de soleiras:

Depósito:

Licença:

10 p. s. d. 2550

s. 6400

s. 4450

s. 425

Observações:

s. f. 1425

29450

Informo estar o pedido em condições de deferimento.

13-8-924

o Eng.º Chefe,

[Signature]

[Signature]



Câmara Municipal do Porto

3.^a REPARTIÇÃO — 2.^a Secção

Concede-se licença a *Joaquim Flores Barbosa*
para que possa substituir um pavimento muito forçadamente
arruado, no predio em construcção no angulo forma
do pelas ruas *Alexandre Braga* e *rua Formosa*,
conforme o desenho que elle foi apresentado em
14 do corrente.

Pôrto e Paços do Concelho, 28 de *Agosto* de 1924.

(a) *Arnelino J. Monteiro d'Albuquerque* pelo Engenheiro Chefe da 3.^a Repartição, subscrevi.

O Presidente da Comissão Executiva,

(a) *Ramiro Eurico Guimarães*

Impostos 4850
Licença 25-800
Taxa -
Impresso \$25 11-0-125
Soma — total 29\$41-

RECEBI.

(a) *A. Coelho*

REGISTADA.

Depositou na Tesouraria do Concelho a quantia de
Esc., conforme a guia n.º