

Ing. Roberto F. Igonikow  
Ing. Enrique M. Sánchez  
Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
Telefax: 0221-4525734  
E-mail: igolsan@netverk.com.ar

**OBRA:** DISTRIBUIDOR DE INTERSECCION CON R.P. N° 301

**PROYECTO:** CIRCUNVALACION OESTE

**PARTIDO O PROVINCIA:** SAN MIGUEL DE TUCUMAN

**CARACTERISTICAS DE LA OBRA**

Categoría del puente s/Bases para Ptes. de HºAº de DNV: A- 30

Longitud entre ejes de pilares:  $l = 32,00$  m.

Longitud entre apoyos:  $l_{cal} = 31,25$  m.

Ancho de calzada: 7,45 m.

Ancho de vereda: 1,20 m.

Tipo estructural: Tramos independientes isostáticos con vigas prefabricadas precomprimidas, tablero de hormigón armado "in situ" y vigas de arriostramiento hormigonadas "in situ" y postesadas.

Número de vigas principales prefabricadas: 6 por tramo.

Separación entre ejes de vigas principales:

a- en dirección normal al eje del puente: 1,46 m.

b- en dirección según la oblicuidad: según cada tramo

Tipo de viga prefabricada (s/Res 85/73 de la SSOP de la Nación): IV

Oblicuidad entre eje del puente y ejes de pilares: según cada tramo

Carpeta de desgaste: Hº Sº 0,05 / 0,05 m.

Pendiente transversal: 2 % hacia borde exterior

Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## I) SUPERESTRUCTURA

### I.1) ANALISIS DE CARGAS

#### I.1.1) Cargas permanentes

a) Peso propio de cada viga prefabricada

$$gv = 5031,3 \cdot 10^{-7} \cdot 2500 = 1,26 \text{ t/m}$$

b) Carga permanente por metro de puente

$$b1) \text{ losa de calzada : } 7,45 \cdot 0,15 \cdot 2500 = 2793,75 \text{ kg/m}$$

$$\text{veredas } 1 \cdot (0,25 \cdot 1,20 \cdot 2500) = 1500 \text{ "}$$

$$g1=gl= 4293,8 \text{ kg/m}$$

$$g1=gl= 4,29 \text{ t/m}$$

b2) Carpeta de rodamiento: H° S°

$$\text{carpeta} = (0,05 + 0,05) / 2 \cdot 7,45 \cdot 2200 = 820 \text{ kg/m}$$

$$\text{barandas metálicas} = 50 \text{ "}$$

$$\text{barandas de H°: } 1 \cdot 0,3045 \cdot 2500 = 761,25 \text{ "}$$

$$g2=gc= 1631 \text{ kg/m}$$

$$g2=gc= 1,63 \text{ t/m}$$

c) Vigas transversales de arriostramiento

$$\text{cada viga} = 0,20 \cdot 1,20 \cdot 6,30 \cdot 2500 = 3780 = 3,78 \text{ t}$$

#### I.1.2) Sobrecargas

a) Sobrecarga reglamentaria s/"Bases p. el calculo de puentes de H°A° DNV

$$\text{Coef. de impacto: } \Phi = 1,194 \quad (p/lcal= 31,25 \text{ m})$$

Tren tipo: A-30

Cargas de aplanadoras

$$Pt= 1,00 \cdot 2 \cdot 17 \text{ t} \cdot 1,194 = 40,59 \text{ t}$$

$$Pd= 1,00 \cdot 2 \cdot 13 \text{ t} \cdot 1,194 = 31,04 \text{ t}$$

Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

Carga de muchedumbre

1) fuera de zona de aplanadoras:

$$p1 = 0,559 \text{ t/m}^2 * 7,45 * 1,1938 + 0,4 \text{ t/m}^2 * 1,20 * 1 = 5,45$$

2) en zona de aplanadoras:

$$p2 = 0,559 \text{ t/m}^2 * 2,45 * 1,1938 + 0,4 \text{ t/m}^2 * 1,20 * 1 = 2,11$$

## I.2) VIGAS LONGITUDINALES PRINCIPALES

Longitud de viga:  $lv \text{ (m)} = 32,00 - 2 * 0,10 = 31,8$

Longitud entre ejes de apoyos de vigas:  $l \text{ (m)} = 31,8 - 2 * 0,275 = 31,25$

Se adopta  $l_{cal} = 31,25 \text{ m}$ .

### I.2.1) Solicitaciones de flexión

a) Debido al peso propio de la viga:  $M_{gv} = g_v * x / 2 * (l_c - x)$   $g_v = 1,26 \text{ t/m}$

<u>Sección</u>	<u>Mgv (tm)</u>
1	55,27
2	98,27
3	128,97
4	147,40
5	153,54

b1) Debido a las cargas permanentes de losa de tablero  $g_l = 4,29 \text{ t/m}$

<u>Sección</u>	<u>Momentos flectores (tm)</u>	
	<u>En total del Pte.</u>	<u>En cada viga</u>
1	188,69	31,45
2	335,45	55,91
3	440,28	73,38
4	503,17	83,86
5	524,14	87,36

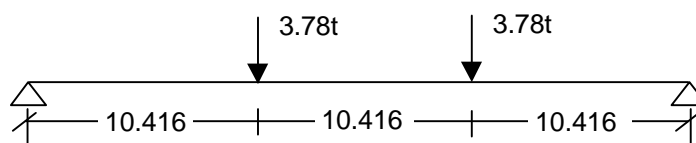
Ing. Roberto F. Igolnikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

b2) Debido a cargas permanentes de carpeta y barandas

g2= 1,63 t/m

<u>Sección</u>	<u>Momentos flectores (tm)</u>	
	<u>En total del Pte.</u>	<u>En cada viga</u>
1	71,66	11,94
2	127,40	21,23
3	167,22	27,87
4	191,10	31,85
5	199,07	33,18

c) Debido a la viga de arriostramiento



<u>Sección</u>	<u>Momentos flectores (tm)</u>	
	<u>En total del Pte.</u>	<u>En cada viga</u>
1	11,81	1,97
2	23,63	3,94
3	35,44	5,91
4	39,37	6,56
5	39,37	6,56

Ing. Roberto F. Igolnikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

d) Debido a la sobrecarga reglamentaria, considerando el tren de cargas

Cargando las L. de I resulta

$$\begin{aligned} l &= 31,25 \text{ m} \\ f &= 1,00 \\ f * p'd &= 1,00 * 31,04 = 31,04 \text{ t} \\ f * p't &= 1,00 * 40,59 = 40,59 \text{ t} \end{aligned}$$

Momentos flectores (tm)			
Sección	x(m)	En total del Pte.	En cada viga
1	3,125	382,00	63,67
2	6,25	674,79	112,47
3	9,375	882,13	147,02
4	12,5	1004,00	167,33
5	15,625	1040,42	173,40

## Resumen de solicitaciones de Flexión en cada viga

Sección	Mgv (tm)	Mgl+Mg arriostr. (tm)	M(p+g2) (tm)
1	55,27	33,42	75,61
2	98,27	59,85	133,70
3	128,97	79,29	174,89
4	147,40	90,42	199,18
5	153,54	93,92	206,58

Ing. Roberto F. Igolnikow

Ing. Enrique M. Sánchez

Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata

Telefax: 0221-4525734

E-mail: igolsan@netverk.com.ar

**I.2.2) Cable medio adoptado**Fuerza definitiva:  $V_{oo} = 368,3 \text{ t}$ 

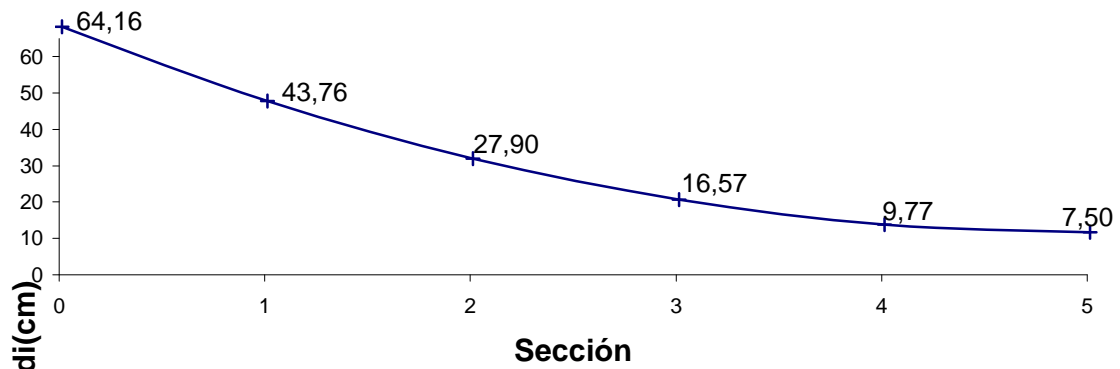
Desarrollo parabólico con anclajes extremos sobre el eje baricéntrico:

$$y = 4 f [(x/l) - (x/l)^2]$$

f= e central= 56,66 cm.

Resulta la siguiente ubicación del cable medio

Sección	Excentricidad (cm)	di (cm)
0	0,00	64,16
1	20,40	43,76
2	36,26	27,90
3	47,59	16,57
4	54,39	9,77
5	56,66	7,50

**Cable adoptado**

A los efectos del cálculo de las características geométricas de la sección neta (teniendo en cuenta los huecos de las vainas) se prevén 5 cables de vainas de 60 mm. de diámetro cada una.

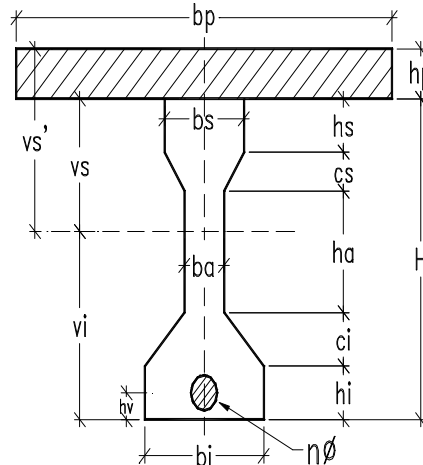
Las pérdidas de precompresión (a ajustar cuando se conozca las características del sistema de precompresión y del dosaje y materiales del hormigón) se estiman para este tipo de vigas en un 18 %

Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIGA TIPO IV

### Datos geométricos

bs(cm)=	50,00
bi(cm)=	65,00
ba(cm)=	20,00
H(cm)=	#####
hs(cm)=	20,00
hi(cm)=	20,00
Cs(cm)=	15,00
Ci(cm)=	22,50
ha(cm)=	62,50
hp(cm)=	15,00
bp(cm)=	#####
hv(cm)=	7,50
n=	5,00
φ(cm)=	6,00
At(cm <sup>2</sup> )=	46,18



### 1º) SECCION BRUTA

A(cm <sup>2</sup> )=	#####
Si(cm <sup>3</sup> )=	#####
vi(cm)=	64,16
vs(cm)=	75,84
Jxv(cm <sup>4</sup> )=	#####
Wi(cm <sup>3</sup> )=	#####
Ws(cm <sup>3</sup> )=	#####

### 2º) SECCION COMPUESTA

A <sup>c</sup> (cm <sup>2</sup> )=	7221
vi <sup>c</sup> (cm)=	89,43
vs <sup>c</sup> (cm)=	50,57
vs <sup>ci</sup> (cm)=	65,57
Jx <sup>c</sup> (cm <sup>4</sup> )=	#####
Wi <sup>c</sup> (cm <sup>3</sup> )=	#####
Ws <sup>c</sup> (cm <sup>3</sup> )=	#####
Ws <sup>c</sup> (cm <sup>3</sup> )=	#####

### 3º) SECCION NETA

Area de cada vaina (cm <sup>2</sup> )=	28,27
Area total de vainas(cm <sup>2</sup> )=	#####
A <sub>n</sub> (cm <sup>2</sup> )=	#####
vi <sub>n</sub> (cm)=	65,80
vs <sub>n</sub> (cm)=	74,20
Jx <sub>n</sub> (cm <sup>4</sup> )=	#####
Wi <sub>n</sub> (cm <sup>3</sup> )=	#####
Ws <sub>n</sub> (cm <sup>3</sup> )=	#####

### 4º) SECCION HOMOGENEIZADA

A <sub>hom</sub> (cm <sup>2</sup> )=	#####
vi <sub>hom</sub> (cm)=	61,20
vs <sub>hom</sub> (cm)=	78,80
Jx <sub>hom</sub> (cm <sup>4</sup> )=	#####
Wi <sub>hom</sub> (cm <sup>3</sup> )=	197412
Ws <sub>hom</sub> (cm <sup>3</sup> )=	153324

### 5º) SECCION COMPUESTA HOMOGENEIZADA

A <sub>h</sub> <sup>c</sup> (cm <sup>2</sup> )=	7498,3
vi <sub>h</sub> <sup>c</sup> (cm)=	86,41
vs <sub>h</sub> <sup>c</sup> (cm)=	53,59
vs <sub>h</sub> <sup>ci</sup> (cm)=	68,59
Jx <sub>h</sub> <sup>c</sup> (cm <sup>4</sup> )=	#####
Wi <sub>h</sub> <sup>c</sup> (cm <sup>3</sup> )=	273933
Ws <sub>h</sub> <sup>c</sup> (cm <sup>3</sup> )=	441641
Ws <sub>h</sub> <sup>c</sup> (cm <sup>3</sup> )=	345064

Ing. Roberto F. Igolnikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## I.2.3) Características geométricas de la sección

Se calculan las características geométricas de las distintas secciones, considerando:

### Estados de Cargas

Vinicial - g viga

g losa

g permanente - sobrecarga

### Sección

Neta (huecos de vainas)

Homogeneizada (cables de testado)

Compuesta (viga + losa)

Características geométricas para los distintos estados de la sección

ESTADO		SECCION				
		1	2	3	4	5
Neta	$A_n(\text{cm}^2)$					#####
	$W_{s_n}(\text{cm}^3)$					#####
	$W_{i_n}(\text{cm}^3)$					#####
Homogeneizada	$W_{s_{\text{hom}}}(\text{cm}^3)$					#####
	$W_{i_{\text{hom}}}(\text{cm}^3)$					#####
Compuesta	$W_{s_h^c}(\text{cm}^3)$					#####
	$W_{i_h^c}(\text{cm}^3)$					#####
	$W_{s_h^{c'}}(\text{cm}^3)$					#####
excentr.	e (cm)					56,66



Ing. Roberto F. Igolnikow

Ing. Enrique M. Sánchez

Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata

Telefax: 0221-4525734

E-mail: igolsan@netverk.com.ar



Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

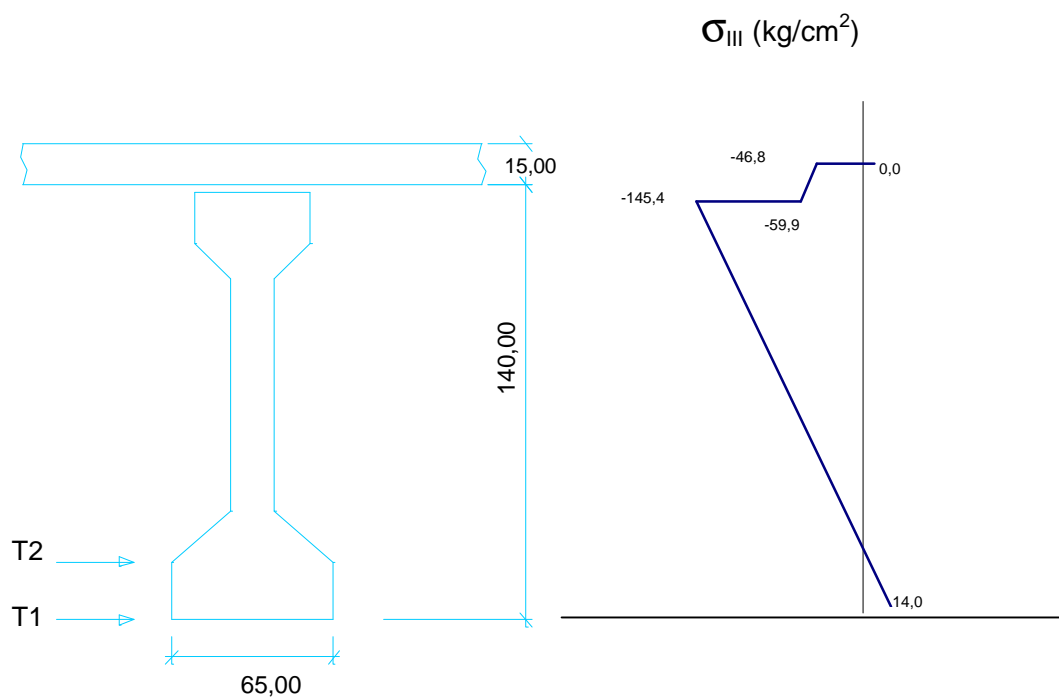
## I.2.4) Tensiones resultantes para las distintas secciones en las fibras extremas.

ESTADO	Fibra	Tensiones (kg/cm <sup>2</sup> ) en secciones				
		1	2	3	4	5
I (Vi-gv)	Sup.					-25,0
	Inf.					-145,5
II (Voo-gv-gl)	Sup.					-98,6
	Inf.					-61,4
III (Voo-gv-gl- p-gc)	Sup.					-145,4
	Inf.					14,0
	Sup'.					-59,9
	Sup".					-46,8

Las tensiones resultantes son menores que los límites admisibles (Cirsoc 201 cap. 26), para el caso de "Precompresión limitada" adoptado.

Ing. Roberto F. Igolnikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## I.2.5) Absorción de la Cuña de tracciones en Estado de servicio (III)



Resultante de tracción

$$T = 5,59 \quad t$$

Resultantes parciales

$$T1 = 4193 \quad kg$$

$$T2 = 1398 \quad kg$$

Armaduras necesarias

$$A1 = \text{se adopta: Cant } 6 \quad \phi \quad 10 \quad \rightarrow \quad \sigma_{a1} = \frac{4193}{4,71} = 890 \quad kg/cm^2$$

$$A2 = \text{se adopta: Cant } 4 \quad \phi \quad 10 \quad \rightarrow \quad \sigma_{a1} = \frac{1398}{3,14} = 445 \quad kg/cm^2$$

$$\text{Adicional: Cant. } 2 \quad \phi \quad 8 \quad \rightarrow \quad 1,01 \text{ cm}^2$$

Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## I.2.6) Verificación de la seguridad a la rotura por flexión

a) Estado de precompresión inicial

$$N_R = V_o = -434,6 \quad t$$

$$M_R = M_{gv} - V_o * e_{0,5} = ##### - V_o * 0,5666 = -92,69 \quad tm.$$

$$e_o = \frac{M_R}{N_R} = 0,213 \quad m.$$

Area co-baricéntricas con  $N_R$ :

$$N'u = B \beta_R + A' \sigma_{ek} =$$

$$B_o = 3626 \quad cm^2$$

$$\sigma'_{bk} = 300 \quad kg/cm^2$$

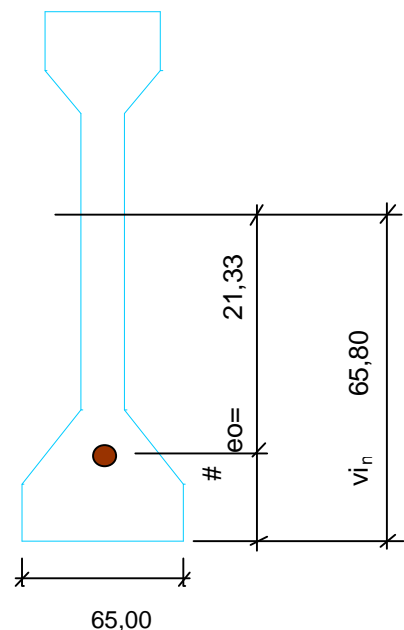
$$\beta_R = 230 \quad kg/cm^2$$

$$A' = 4,71 + 3,14 + 1,01 = 8,86 \quad cm^2$$

$$\sigma_{ek} = 4400 \quad kg/cm^2$$

$$N'u = ##### \quad t$$

$$\text{por lo tanto: } \gamma = \frac{872,98}{434,594} = 2,01 \sim 2,1$$



b) Estado de puente en servicio

A los efectos de la verificación,

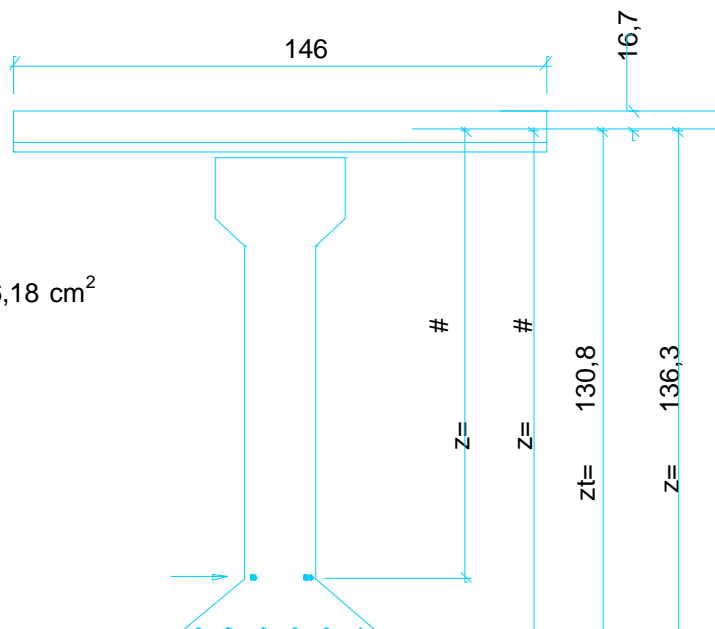
se supone el empleo de tensores

formados por 5 cables de

24  $\phi 7mm$ . cada uno con:

$$A_t = 5 * 9,236 = 46,18 \quad cm^2$$

$$\sigma_{tr} = 17000 \quad kg/cm^2$$



Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar



$$\sigma_f = 0,83 * 17000 = ##### \text{ kg/cm}^2$$

$$Z_{ut} = 46,18 * 14,110 = ##### \text{ t}$$

$$Z_{ua} = (4,71 + 3,14 + 1,01) * 4,2 = 37,21 \text{ t}$$

$$Z_u = 651,62 + 37,21 = ##### \text{ t}$$

$$B'u = Z_u = ##### \text{ t}$$

Sección comprimida de  $H^0$

1) En losa:  $h = 15,0 \text{ cm}$

2) En viga:  $h = 26,6$

Por lo tanto: distancia fuerza resultante compresión a borde superior aprox= 16,7 cm

$$\begin{aligned} M_u = \sum z_{ui} * z_{ui} = & 651,62 * (1,31) + 19,79 * (1,36) + \\ & + 13,19 * (1,18) + 4,22 * (0,958) = ##### \text{ tm} \end{aligned}$$

$$M_s = \sum M_i = 153,54 + 93,92 + 206,58 = ##### \text{ tm}$$

$$\text{por lo tanto } \gamma = \frac{898,95}{454,04} = 1,98 \geq 1,75$$

Los valores de los coeficientes de seguridad correspondientes a ambos estados son estimativos, debiendo ser calculados exactamente cuando se conozcan las características definitivas del sistema de compresión que se adopte.

## I.2.7) Solicitaciones de corte.

a) Debidas al peso propio de cada viga

( $g_v = 1,26 \text{ t/m}$ );  $Q_{gv} = g_l(1/2 - x/l)$

Sección	( $1/2 - x/l$ )	Corte $Q_{gv}$ (t)
0	0,5	19,65
1	0,4	15,72
2	0,3	11,79
3	0,2	7,86
4	0,1	3,93

Ing. Roberto F. Igolnikow

Ing. Enrique M. Sánchez

Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata

Telefax: 0221-4525734

E-mail: igolsan@netverk.com.ar

5

0,0

0,00

Ing. Roberto F. Igolnikow

Ing. Enrique M. Sánchez

Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata

Telefax: 0221-4525734

E-mail: igolsan@netverk.com.ar

b1) Debido a las cargas permanentes de losa de tablero ( g1= 4,29 t/m )

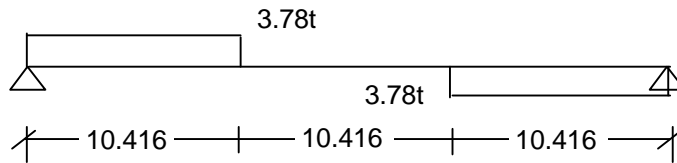
<u>Sección</u>	<u>(1/2-x/l)</u>	<u>Corte Qg1 (t)</u>	
		<u>En total del Pte.</u>	<u>En cada viga</u>
0	0,5	67,09	11,18
1	0,4	53,67	8,95
2	0,3	40,25	6,71
3	0,2	26,84	4,47
4	0,1	13,42	2,24
5	0,0	0,00	0,00

b2) Debido a las cargas permanentes de carpeta y barandas ( g2= 1,63 t/m )

<u>Sección</u>	<u>(1/2-x/l)</u>	<u>Corte Qg2 (t)</u>	
		<u>En total del Pte.</u>	<u>En cada viga</u>
0	0,5	25,48	4,25
1	0,4	20,38	3,40
2	0,3	15,29	2,55
3	0,2	10,19	1,70
4	0,1	5,10	0,85
5	0	0,00	0,00

Ing. Roberto F. Igolnikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

c) Debido a las cargas de vigas de arriostamiento



Secc.	Qarriostr.(t) en c/ viga
0	0,63
1	0,63
2	0,63
3	0,63
4	0,00
5	0,00

En cada viga el corte vale la 1 / 6 parte

d) Debido a la sobrecarga reglamentaria, considerando el tren cargando las respectivas líneas de influencia

$$l = 31,25 \text{ m} \quad \bar{f} = 1,00$$

$$\bar{f} * p't = 40,59 \text{ t} * 1,00 = 40,59 \text{ t}$$

$$\bar{f} * p'd = 31,04 \text{ t} * 1,00 = 31,04 \text{ t}$$

$$p1 = 5,45 \text{ t/m}$$

$$p2 = 2,11 \text{ t/m}$$

Sección	Corte Qp (t)						
	En total del Pte (sin f)			En total del Pte (con f)			En c/ viga
	por Apl	por Muc	Total	por Apl	por Muc	Total	
0	0	0	0	0	0	0	0,00
		0	0	68,645	71,188	139,83	23,31
1	0	0	0	-4,1829	-0,3302	-4,51	-0,75
		0	0	61,483	56,518	118,00	19,67
2	0	0	0	-11,345	-1,4842	-12,83	-2,14
		0	0	54,32	43,549	97,87	16,31
3	0	0	0	-18,508	-4,2396	-22,75	-3,79
		0	0	47,158	32,283	79,44	13,24
4	0	0	0	-25,67	-8,6971	-34,37	-5,73
		0	0	39,995	22,719	62,71	10,45
5	0	0	0	-32,833	-14,857	-47,69	-7,95
		0	0	32,833	14,857	47,69	7,95

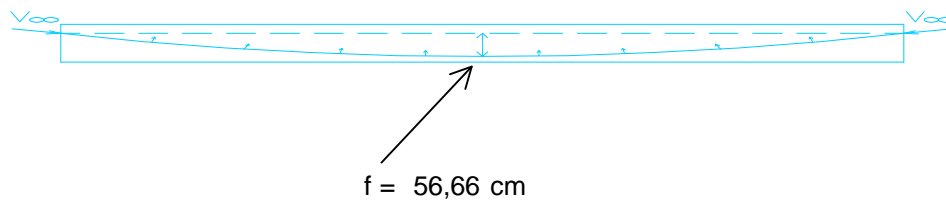


Ing. Roberto F. Igolnikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

Con el tren real y  $\phi = 1,194$ , resulta en sección 0 (sin considerar f):

Sección	En total del Pte			En cada viga
	por Apl.	por Muched	Total	
0	68,65	71,19	139,83	23,31

e) Corte producido por los cables curvos de tesado



$$H_f = q_v l^2 / 8$$

por lo tanto  $q_v = 8 \cdot H_f / l^2 = 8 \cdot V_{oo} \cdot f / l^2 = 1,709 \text{ t/m}$

Sección	$(1/2 - x/l)$	Corte $Q_{V_{oo}} (t)$
0	0,5	-26,71
1	0,4	-21,37
2	0,3	-16,03
3	0,2	-10,68
4	0,1	-5,34
5	0	0,00

Ing. Roberto F. Igolnikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## Resumen de solicitaciones de corte en cada viga

Secc.	Qgv (t)	Q(g1+arr.)(t)	Qg2(t)	Qp (t)	Qvoo (t) Qvi (t)
0	19,65	11,81	4,25	0,00 23,31	-26,71 -31,52
1	15,72	9,58	3,40	-0,75 19,67	-21,37 -25,21
2	11,79	7,34	2,55	-2,14 16,31	-16,03 -18,91
3	7,86	5,10	1,70	-3,79 13,24	-10,68 -12,61
4	3,93	2,24	0,85	-5,73 10,45	-5,34 -6,30
5	0,00	0,00	0,00	-7,95 7,95	0,00 0,00

## Estados de cargas

Sección	Estado I (gv+Vi)	Estado II (gv+Voo+g1)	Estado III (gv+Voo+g1)+(p+g2)
0	-11,86	4,75	32,31
1	-9,49	3,93	26,99
2	-7,12	3,10	21,96
3	-4,75	2,28	17,22
4	-2,37	0,82	12,13
5	0,00	0,00	7,95

Ing. Roberto F. Igolnikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## I.2.8) Tensiones principales en las vigas prefabricadas

Se realiza el estudio de la sección crítica 1, a l/10 del apoyo.

Las fibras analizadas corresponden a los extremos del alma de la viga.

Para la fibra a-a se analiza

el Estado I (pretensión inicial)

con características de la sección

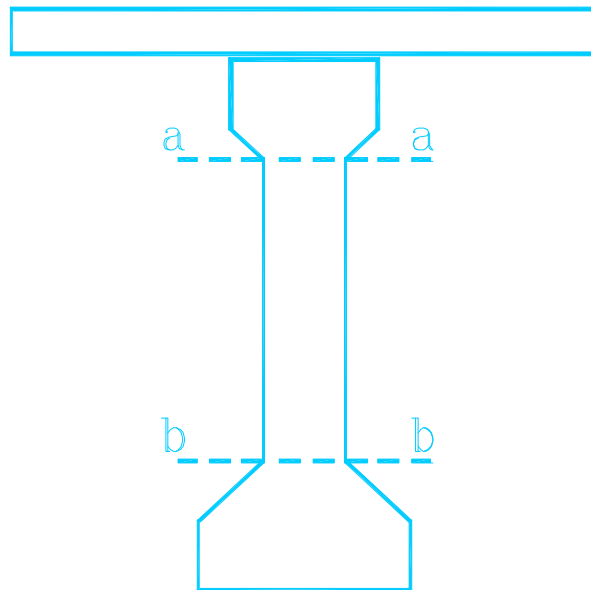
bruta, con suficiente aproximación.

Para la fibra b-b se analiza

el Estado III (servicio) con

características de la sección

compuesta.



### Datos para Estado I

Vo = ##### kg  
 $e_{0.1}$  = 20,40 cm  
 Mgv = 55,27 tm  
 Qgv = 15723 kg  
 Qvo = ##### kg  
 An = ##### cm<sup>2</sup>  
 $W^n$  = ##### cm<sup>3</sup>  
 $J_n$  = ##### cm<sup>4</sup>  
 ba = 20 cm  
 $S^n$  = 89285 cm<sup>3</sup>

### Datos para Estado III

k = 1,18  
 $M_{gl+a}$  = 33,42 tm  
 $M_{gc}$  = 11,94 tm  
 $M_p$  = 63,67 tm  
 $Q_{gl+a}$  = 9575 kg  
 $Q_{gc}$  = 3397 kg  
 $Q_p$  = 19667 kg  
 $W^b$  = ##### cm<sup>3</sup>  
 $W^b_c$  = ##### cm<sup>3</sup>  
 $J_c$  = ##### cm<sup>4</sup>  
 $S^b$  = ##### cm<sup>3</sup>  
 $S^b_c$  = ##### cm<sup>3</sup>

Ing. Roberto F. Igolnikow  
Ing. Enrique M. Sánchez  
Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
Telefax: 0221-4525734  
E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## Resultados para fibra a-a

$$S \quad S^a_I = 0,20 \text{ kg /cm}^2$$

$$q^a = 2,93^\circ$$

## Resultados para fibra b-b

$$S \quad S^b_I = 1,50 \text{ kg /cm}^2$$

$$q^b = -9,0^\circ$$

Resulta definitiva la tracción principal en fibra b-b p/ el Estado III (servicio)

## Estribos necesarios

$$A_{est} = 1,50 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{20}{2400 \text{ kg/cm}^2} \times 100 = \underline{1,25 \text{ cm}^2/\text{m}}$$

Se adopta en esta sección estribos de 2 ramas 1  $\phi$  10 c/ 20

(requeridos por su funcionamiento como conectores), que proveen 7,854 cm<sup>2</sup>/m

Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## I.2.9) Conectores entre vigas y losa "in situ"

En fibra de contacto

$$H = t \times b = t \times 146 \text{ cm}$$

$$t = \frac{Q(p+c) \times S}{J \times b}$$

Para sección compuesta

$$J = J_c = \text{#####} \text{ cm}^4$$

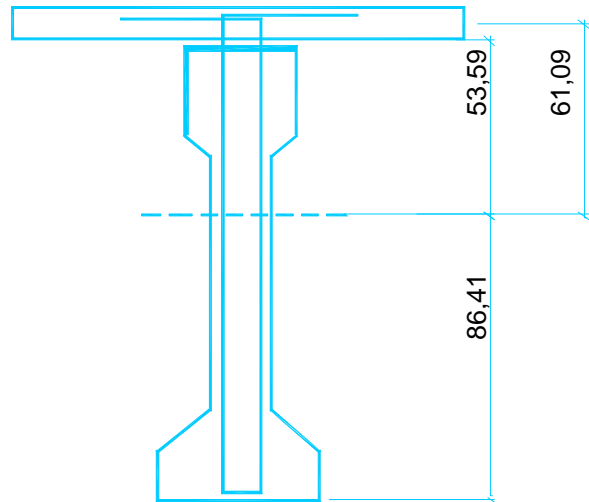
$$b = 146 \text{ cm}$$

$$S = 15 \times 146 \times 61,09 = \text{#####} \text{ cm}^3$$

$$(S / J \times b) = \text{#####} \times 10^{-5}$$

$$H = Q(p+c) \times \text{#####} \times 10^{-5} \times 146 = 0,006 \quad Q(p+gc)$$

$$A_{\text{conec}} = \frac{H \times 100}{\bar{\sigma}_a} = \frac{0,00565272}{2400} \quad Q(p+c) \times 100 = 0,00023553 \quad Q(p+gc)$$



Sección	Q (p+c) (kg)	A conect (cm <sup>2</sup> /m)	Estribos de 2 ramas adopt.	
			φ	Separación (cm)
0	27552	6,49	10	15
1	23064	5,43	10	20
2	18860	4,44	8	15
3	14939	3,52	8	20
4	11302	2,66	8	20
5	7948	1,87	8	20

Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## I.2.10) Reacciones por cada viga

$$\text{pp de la viga: } 1,26 \text{ t/m} \times \frac{31,80}{2} = \mathbf{20,00 \text{ t}}$$

$$\text{Losa de calzada y veredas} = \left( 4,29 \text{ t/m} \times \frac{31,80}{2} \right) \times \frac{1}{6} = 11,38 \text{ t}$$

$$\text{Vigas de arriostramiento} = \left( 3,78 \times 4 \right) \times \frac{1}{2 \times 6} = \frac{1,26 \text{ t}}{\mathbf{12,64 \text{ t}}}$$

$$\text{Carp. rodam., barandas} = \left( 1,63 \text{ t/m} \times \frac{31,80}{2} \right) \times \frac{1}{6} = \mathbf{4,32 \text{ t}}$$

$$\mathbf{R_g = 36,96 \text{ t}}$$

$$\text{Sobrecarga útil reglamentaria (con impacto y } \bar{f}): \mathbf{R_p = 23,4 \text{ t}}$$

$$23,31 + \left( 2,11 \text{ t/m} \times \frac{0,275}{6} \right) = 23,4 \text{ t}$$

$$\mathbf{\text{Total } R_q = 60,36 \text{ t}}$$

Reacción por sobrecarga útil reglamentaria (sin impacto):

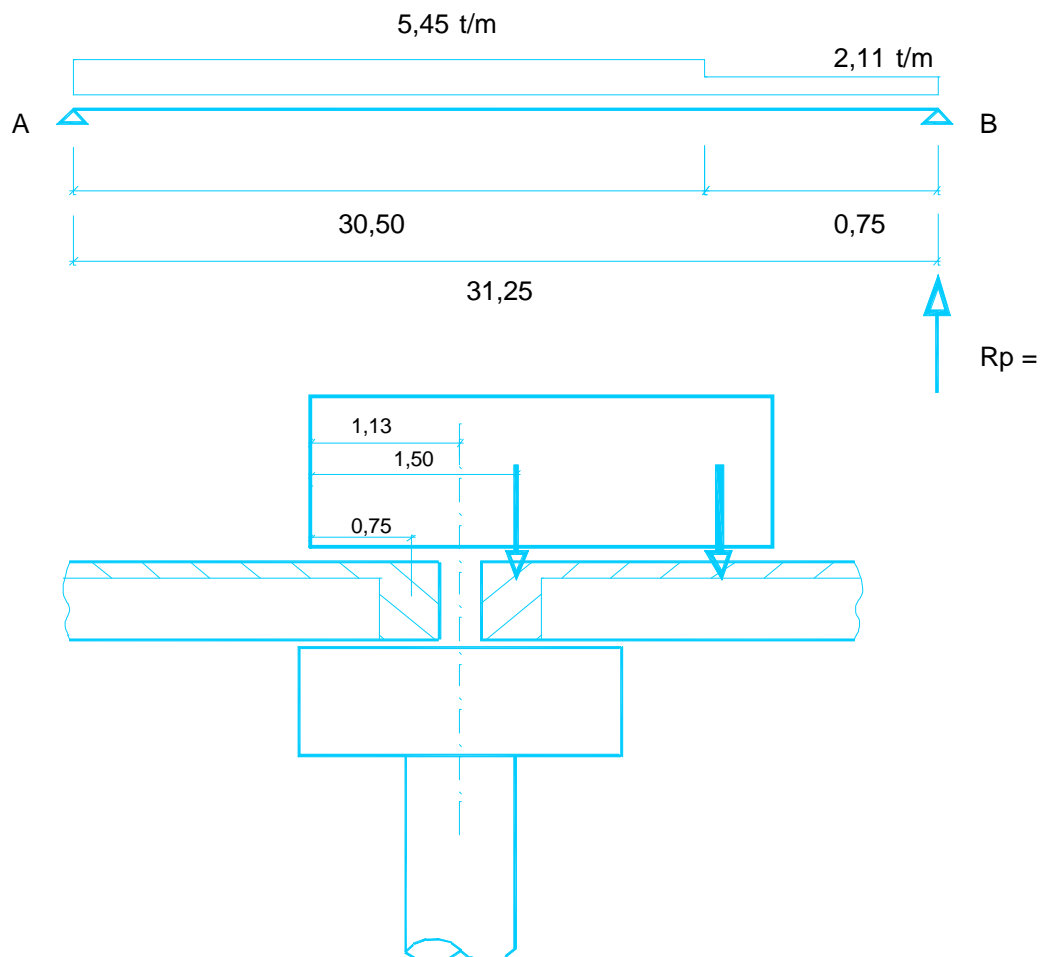
$$\Phi R_p = 23,31 \text{ t} + \left( 2,11 \text{ t/m} \times \frac{0,275}{6} \right) = 23,4 \text{ t}$$

23,4 t corresponde al tren real sin considerar  $\bar{f}$

$$\text{por lo tanto, } R_p \cong \frac{23,4}{1,194} = \mathbf{19,6 \text{ t}}$$

Ing. Roberto F. Igolnikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## Reacción por sobrecarga de muchedumbre en tramo adyacente



Para el total del Puente.

$$S \quad R_{Bp}(\text{con impacto}) = \left( 5,45 \times \frac{31,25}{2} - 3,33 \times 0,75 \times \frac{30,88}{31,25} \right) + 2,11 \text{ t/m} \times 0,275 = 83,22 \text{ t}$$

$$R_{Bp}(\text{sin impacto}) = 69,71 \text{ t}$$

Para cada viga

**S**

$$R_{Bp}(\text{con impacto}) = 13,87 \text{ t}$$

Ing. Roberto F. Igolnikow

Ing. Enrique M. Sánchez

Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata

Telefax: 0221-4525734

E-mail: igolsan@netverk.com.ar

$R_{Bp}(\text{sin impacto}) = 11,62 \text{ t}$



Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

### **I.3) VIGAS DE ARRIOSTRAMIENTO TRANSVERSAL**

Según "La flexión transversal en tableros de puentes y un procedimiento aproximado para el cálculo de las vigas de arriostramiento", inf. *R. Igonikow* - Revista N°74 de la DVBA, resulta:

$$S \ k^+ \text{ aprox.} = 1,55 \times b = 1,55 \times \left( \frac{7,45}{2} \right) = 5,774 \text{ t/m}$$

$$k^- \text{ aprox.} = \underset{(a=1,20 \text{ m})}{1,95} \times b = 1,95 \times \left( \frac{7,45}{2} \right) = 7,26 \text{ t/m}$$

Parámetros de rigidez del tablero:

$$\alpha = 0,025$$

$$\theta = 0,2$$

$$B = 7,45$$

Resulta

$$m_y^+ = 0,415 \times 5,774 = 2,40 \text{ tm/m}$$

$$m_y^- = 0,415 \times 7,26 = -3,01 \text{ tm/m}$$

Momentos máximos totales

- en vigas de arriostramiento interiores

$$M_y^+ = 0,276 \times 31,25 \times 2,40 = 20,666 \text{ tm}$$

$$M_y^- = 0,276 \times 31,25 \times -3,01 = -26,00 \text{ tm}$$

- en vigas de arriostramiento extremas

$$M_y^+ = 0,043 \times 31,25 \times 2,40 = 3,22 \text{ tm}$$

$$M_y^- = 0,043 \times 31,25 \times -3,01 = -4,05 \text{ tm}$$

Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## a) Vigas de arriostramiento interiores

$$F = 4050 \quad \text{cm}^2$$

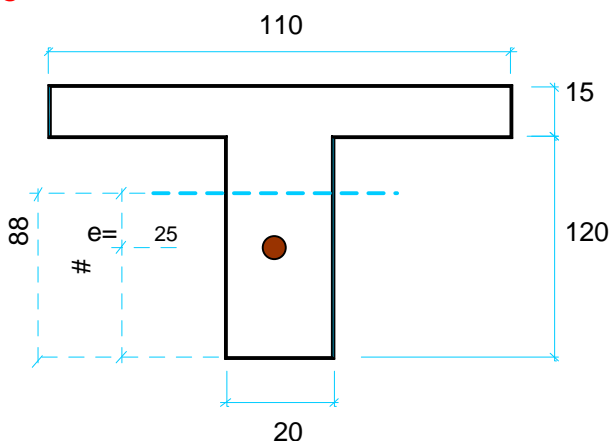
$$v_i = 87,50 \quad \text{cm}$$

$$v_s = 47,50 \quad \text{cm}$$

$$J = ##### \quad \text{cm}^4$$

$$W_i = 84182 \quad \text{cm}^3$$

$$W_s = ##### \quad \text{cm}^3$$



Valores adoptados para la fuerza de precompresión transversal.

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{00} = 54650 \quad \text{kg} \\ e = 24,8 \quad \text{cm} \end{array} \right.$$

Tensiones resultantes

En Estado inicial (I)

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_s^I = -5,63 \quad \text{kg/cm}^2 \\ \sigma_i^I = -34,89 \quad \text{kg/cm}^2 \end{array} \right.$$

En Estado de servicio (III)

$$1^\circ) \text{ Para } M^+_{pmax} = 20,67 \text{ tm}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_s^{III} = -18,10 \quad \text{kg/cm}^2 \\ \sigma_i^{III} = -5,02 \quad \text{kg/cm}^2 \end{array} \right.$$

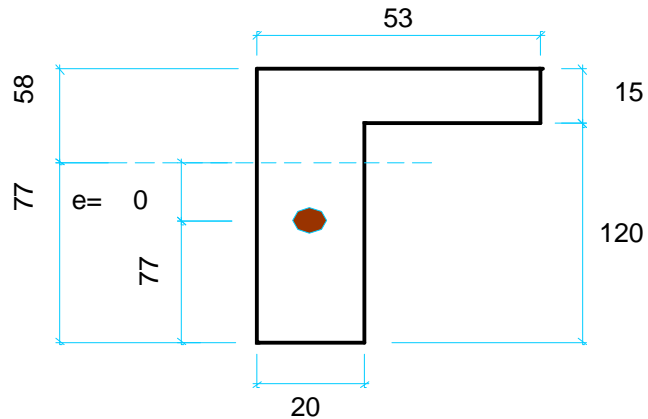
$$2^\circ) \text{ Para } M^-_{pmin} = -26,00 \text{ tm}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_s^{III} = 12,00 \quad \text{kg/cm}^2 \\ \sigma_i^{III} = -60,45 \quad \text{kg/cm}^2 \end{array} \right.$$

Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## b) Vigas de arriostramiento extremas

F = 3195 cm<sup>2</sup>  
 v<sub>i</sub> = 76,80 cm  
 v<sub>s</sub> = 58,20 cm  
 J = ##### cm<sup>4</sup>  
 W<sub>i</sub> = 73127 cm<sup>3</sup>  
 W<sub>s</sub> = 96485 cm<sup>3</sup>



Valores adoptados para la fuerza de precompresión transversal

$$\begin{cases} V_{00} = 40000 & \text{kg} \\ e = & 0 \text{ cm} \end{cases}$$

Tensiones resultantes

En Estado inicial (I)

$$\begin{cases} \sigma_s^I = -14,77 & \text{kg/cm}^2 \\ \sigma_i^I = -14,77 & \text{kg/cm}^2 \end{cases}$$

En Estado de servicio (III)

1º) Para  $M^+_{pmax} = 3,22 \text{ tm}$

$$\begin{cases} \sigma_s^{III} = -15,86 & \text{kg/cm}^2 \\ \sigma_i^{III} = -8,12 & \text{kg/cm}^2 \end{cases}$$

2º) Para  $M^-_{pmin} = -4,05 \text{ tm}$

$$\begin{cases} \sigma_s^{III} = -8,32 & \text{kg/cm}^2 \\ \sigma_i^{III} = -18,06 & \text{kg/cm}^2 \end{cases}$$

Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## I.4) LOSA DE TABLERO

### a) Análisis de cargas

#### a.1) Cargas permanentes

- En calzada

$$\begin{aligned}
 \text{losa} &= 0,15 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 375 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{carpeta, promed.} &= 0,05 \times 2200 \text{ kg/m}^3 = 110 \text{ kg/m}^2 \\
 g &= 485 \text{ kg/m}^2 \\
 g &= \mathbf{0,49 \text{ t/m}^2}
 \end{aligned}$$

- En veredas

$$\begin{aligned}
 \text{losa prom.} &= 0,25 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 625 \text{ kg/m}^2 \quad \mathbf{0,63 \text{ t/m}^2} \\
 \text{baranda de H}^0 &= \mathbf{0,76 \text{ t/m}} \\
 \text{baranda metálica aprox.} &= \mathbf{0,05 \text{ t/m}}
 \end{aligned}$$

#### a.2) Sobrecarga

##### 1º) Aplanadoras

Rodillo delantero

$$\begin{aligned}
 &0,8 \times 13 \text{ t} \times 1,4 / ( 1,20 + 0,05 \times 2 ) \times ( 0,1 + \\
 &+ 0,05 \times 2 + \frac{2}{3} \times 1,46 ) = \mathbf{9,55 \text{ t/m}^2}
 \end{aligned}$$

- Cada rodillo trasero

$$\begin{aligned}
 &0,8 \times 8,5 \text{ t} \times 1,4 / ( 0,5 + 0,05 \times 2 ) \times ( 0,1 + \\
 &+ 0,05 \times 2 + \frac{2}{3} \times 1,46 ) = \mathbf{13,52 \text{ t/m}^2}
 \end{aligned}$$

##### 2º) Muchedumbre

- En calzada

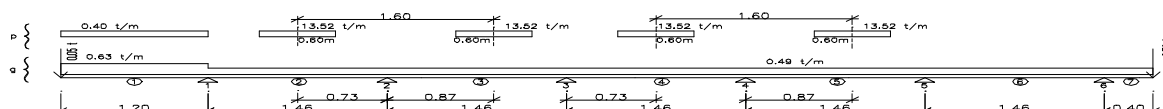
$$p = 0,559 \text{ t/m}^2 \times 1,4 = 0,782 \text{ t/m}^2$$

- En veredas

$$p = 0,4 \text{ t/m}^2$$

Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## b) Solicitaciones



Para los momentos máximos s/ apoyos se considera el redondeo de la parábola para un ancho de apoyo de 0,50 m. y considerando apoyo no monolítico (caso más conservador).

## c) Dimensionado

d = 0,15 m                      h = 0,13 m                      b = 1,00 m

Sección	Mmax (tm/m)	As	cara	adoptado (cm <sup>2</sup> /m)	Observaciones
Apoyo 1-2	-667	2,24	sup.		1φ8c/15
Centro tramo 2	1450	4,98	inf.		1φ10c/15
	-616	2,07	sup.		1φ8c/15
Apoyo 2-3	-1238	4,23	sup.	1φ8c/15	Caballote 1φ8c/30
Centro tramo 3	1394	4,78	inf.		1φ10c/15
	-350	1,16	sup.		1φ8c/15
Apoyo 3-4	-1189	4,06	sup.	1φ8c/15	Caballote 1φ8c/30
Centro tramo 4	1230	4,20	inf.	1φ10c/15	
	-470	1,57	sup.	1φ8c/15	
Apoyo 4-5	-1163	3,97	sup.	1φ8c/15	Caballote 1φ8c/30
Centro tramo 5	1296	4,43	inf.	1φ10c/15	
	-350	1,16	sup.	1φ8c/15	
Apoyo 5-6	-1280	4,38	sup.	1φ8c/15	Caballote 1φ8c/30
Centro tramo 6	1521	5,23	inf.	1φ10c/15	
	-450	1,50	sup.		1φ8c/15
Apoyo 6-7	-244	0,81	sup.		1φ8c/15

Armadura de repartición

inferior: 1φ8c/20  
 superior: 1φ8c/20

Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

**I.5) ACCIONES HORIZONTALES****I.5.1) Acción transversal del viento**

a) A puente vacío

Sobre cada tramo

$$1,75 \times 32,00 \times 250 \text{ kg/m}^2 =$$

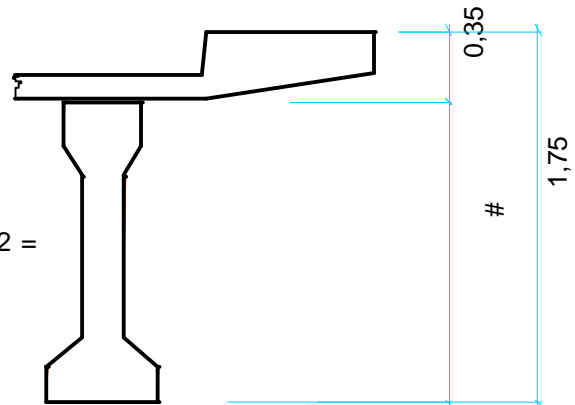
$$= 14000 \text{ kg/tramo}$$

b) A puente cargado

$$(1,75 + 2,00) \times 32,00 \times 150 \text{ kg/m}^2 =$$

$$= 18000 \text{ kg/tramo}$$

Se adopta: 18 t/tramo

**I.5.2) Acción longitudinal de frenado**

$$F1 = \frac{1}{25} \times 0,559 \text{ t/m}^2 \times 7,45 \times 32,00 = 5,3 \text{ t}$$

$$F2 = 0,15 \times 2 \times 30 \text{ t} = 9,0 \text{ t}$$

Se adopta: F = 9,0 t/tramo

Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## I.5.3) Acciones Sísmicas

Según Normas Antisísmicas Argentinas (NAA/80-INPRES)

### I.5.3.1) Acciones sobre topes antisísmicos

a) Coef. Sísmico p/ Zona 2 :  $C_o = 0,05$

b) Fuerza Sísmica horizontal (8.1.1-pg.32)

$$F_{sh} = C \cdot Q$$

con:

$$C = C_o \cdot \gamma_d \cdot \gamma_e \cdot S$$

- de Tabla 13 (pg.33):  $\gamma_d = 1,50$

- de 8.1.3 (pg.34) y Tabla 4 (pg.9), p/ Construcc. Tipo 2 :  $\gamma_e = 1,4$

- de 8.1.4 (pg.34) y 3.2.1.1.e (pg.10), p/ Suelos  $\sigma_{ad} \geq 5.0 \text{ kg/cm}^2$  (tipo 1), considerando  $T \leq 0.2 \text{ seg.}$ :  $S = S_{\max} = 0,8$

$$\text{por lo tanto, } C = 0,05 \cdot 1,50 \cdot 1,4 \cdot 0,8 = 0,084$$

$$Q = G + p \cdot P \quad (\text{p/ la Superestructura})$$

- de Tabla 14 (pg.33) p/ Puentes Carreteros:

en direcc. longit.:  $p = 0 \%$

en direcc. transv. :  $p = 25 \%$

- En c/ pilar

$$G = \text{carga permanente de Superestr.} = 36,96 \text{ t/viga} \cdot 6 = \text{#####} \text{ t}$$

$$P = \text{sobrecarga (sin } \phi) = 19,6 \text{ t/viga} \cdot 6 = \text{#####} \text{ t}$$

por lo tanto,

$$\text{en direcc. longit. : } Q = \text{#####} \text{ t}$$

$$\text{en direcc. transv. : } Q = 221,75 + 0,25 \cdot 117,6 = \text{#####} \text{ t}$$

Ing. Roberto F. Igonikow  
 Ing. Enrique M. Sánchez  
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata  
 Telefax: 0221-4525734  
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

## c)Topes antisísmicos

Resulta sobre los topes antisísmicos de c/ pilar:

$$\text{Fsh longit} = 0,084 * 221,75 = 18,63 \text{ t}$$

$$\text{Fsh transv} = 0,084 * 251,16 = 21,10 \text{ t}$$

- Sobre cada tope antisísmico transversal (y su placa lateral de apoyo):

$$\text{Fsh transv} = \underline{\underline{21,10}} \text{ t}$$

- Sobre cada tope antisísmico longitudinal (y su placa de apoyo), considerando un tope en c/ viga:

$$\text{Fsh long.} = 18,63 * 2 = 37,25 \text{ t}$$

(la fuerza total longitudinal es absorbida por un solo pilar, pues los topes no trabajan a tracción)

por lo tanto en c/ tope:

$$\text{Fsh long.} = 37,25 / 6 = \underline{\underline{6,2091}} \text{ t}$$

I.5.3.2) Acciones sobre los pilares

Se agrega el peso propio del pilar

$$\text{Gpil. z} \quad 14,62 \text{ m}^3 * 2.5 \text{ t/m}^3 = 36,6 \text{ t}$$

por lo tanto,

$$\text{Fsh pil.} = 36,55 * 0,084 = 3,0702 \text{ t}$$

Fuerza longitudinal total sobre cada pilar

$$\text{Fsh} = \underbrace{18,63 * 2}_{\text{de superestr.}} + 3,07 = 40,33 \text{ t}$$