

VIGA POSTENSADA

Materiales:

& concreto = 2,40 t/m3
 & pavimento = 2,20 t/m3
 F'c Tablero = 280,00 Kg/cm2
 F'c Viga = 350,00 Kg/cm2

fy (flexion) = 4200 kg/cm2
 fyh (cortante) = 4200 kg/cm2
 No. de varilla para flejes = 4 0,98 cm2
 Ec = 233.853,587 kg/cm2

Dimensiones:

Luz de calculo (Lc) = 29,40 m
 Separacion de vigas (Sv) = 2,78 m
 Long. Voladizo (Lv) = 1,48 m
 Ancho de tablero (B tab) = 11,30 m
 Altura de tablero (H tab) = 0,18 m
 Luz entre centros de anclajes = 29,70 m

Ancho de pavimento (B pav) = 9,30 m
 Altura de pavimento (H pav) = 0,07 m
 Espesor de riostra (t rios) = 0,25 m
 Ancho de calzada (B cal) = 9,30 m
 numero de riostras = 3 0,0136
 Numero carriles de circulación = 2 0,2336

Otros parametros:

Numero de vigas = 4
 Reducc. (No de carriles) = 1,00
 Sesgo = 0,0 grados
 Distancia entre ejes = 0,15 m

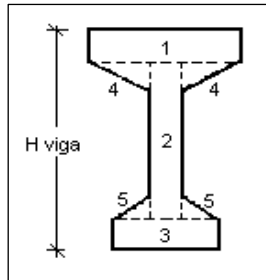
Ancho de andén = 1,2
 Area de andenes = 0,216 m
 Peso de barandas = 0,180 t/m
 New Jersey
 Dist. Q(cv) al borde del tablero = 0,9 m
 Ancho de caja del estribo = 0,6 m

PROPIEDADES SECCIÓN SIMPLE

Dimensiones seccion trans.

1,5

B patin sup. = 68 cm
 B alma = 18 cm
 B patin inf. = 55 cm
 H viga = 150 cm
 H patin sup. = 22 cm
 H cartela sup. = 18 cm
 H cartela inf. = 13 cm
 H patin inf. = 18 cm



A	5156,50	cm2
Yt	68,23	cm
Yb	81,77	cm
I	13966462,93	cm4
St	204707,37	cm3
Sb	170794,44	cm3
Kb	39,70	cm
Kt	33,12	cm

r2 = 2708,516
 Eficiencia = 0,485
 W / viga = 1,320 tn/m
 V / viga = 0,55 m3/m

PROPIEDADES SECCIÓN COMPUESTA

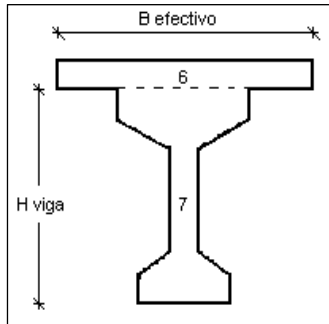
Ancho efectivo del tablero:

BE1 = 254,02 cm
 BE2 = 657,40 cm
 BE3 = 309,47 cm

B efectivo = 254,02 cm

Parametros para deflexiones

Reducc = 1,00
 f rueda = 0,876
 Impacto = 0,231
 EI = 667490,60 t-m2
 *f rueda =



Ac	9728,81	cm2
Yt'p	49,93	cm
Ytv	31,93	cm
Ybc	118,07	cm
Ic	28543098,80	cm4
St'p	571641,04	cm3
Stv	893875,32	cm3
Sbc	241751,06	cm3
Kb'p	58,76	cm
Kbv	91,88	cm
Ktc	24,85	cm

r2 = 2933,873055
 E = 0,49765786

Camil	carga/eje (tn)	(carga/eje)*Imp.*Fruea
P pos	15	8,084 t/viga
P cen	15	8,084 t/viga
P dela	10	5,389 t/viga

Dist, apoyo = 10,95 m
 Dist, apoyo = 14,45 m
 Dist, apoyo = 10,45 m

Deflex = 0,0058 m
 Deflex = 0,0064 m
 Deflex = 0,0038 m
 Delexion = 0,0160 m

Line de carga:

W = 0,805 t/m/viga
 P = 6,467 t/viga

Deflex = 0,0117 m
 Deflex = 0,0051 m
 Delexion = 0,0169 m

Item	A (cm2)	Yi (cm)	A x Yi	d (cm)	Ici (cm4)	A x d2
1	1496,00	139,00	207944,00	-57,23	60338,67	4899205,18
2	1980,00	73,00	144540,00	8,77	1996500,00	152409,89
3	990,00	9,00	8910,00	72,77	26730,00	5243025,66
4	450,00	122,00	54900,00	-40,23	8100,00	728176,29
5	240,50	22,33	5371,17	59,44	2258,03	849719,22
Suma	5156,50		421665,17		2093926,69	11872536,23

Ycenti 81,77 cm

Item	A (cm2)	Yi (cm)	A x Yi	d (cm)	Ici (cm4)	A x d2
6	4572,31	159,00	726997,58	-40,93	123452,42	7660528,54
7	5156,50	81,77	421665,17	36,29	13966462,93	6792654,91
Suma	9728,81		1148662,74		14089915,35	14453183,45

Ycenti 118,068 cm

VIGA POSTENSADA



Evaluacion de cargas comunes:

Carga de andenes=	0,518 t/m
Carga de pavimento=	1,432 t/m
Barandas=	0,180 t/m
	W ccom= 2,131 t/m
No.vig.= 4	W ccom= 0,533 t/m/viga

Viga Interior

A secc (centro de luz)=	0,51565 m2
Lc =	29,4 m
Sv=	2,78 m
H tab=	0,18 m

CALCULO DE ESFUERZOS

Viga

$$W_{pp} = Acl \times \& = 1,32 \text{ t/m}$$

$$M_{pp} = (W_{pp} \times Lc)^{2/8} = 184,50 \text{ t-m}$$

$$ft_{pp} = M_{pp} / St = 90,13 \text{ k/cm2}$$

$$fb_{pp} = M_{pp} / Sb = 108,02 \text{ k/cm2}$$

Tablero

$$W_{tab} = l_{tab} \times Sv \times \& = 1,20 \text{ t/m}$$

$$M_{tab} = W_{tab} \times Lc^{2/8} = 129,76 \text{ t-m}$$

$$ft_{tab} = M_{tab} / St = 63,39 \text{ k/cm2}$$

$$fb_{tab} = M_{tab} / Sb = 75,97 \text{ k/cm2}$$

Riostra central

$$Priost = 1,93 \text{ t}$$

$$M_{rios} = Priost \times Lc / 4 = 14,15 \text{ t-m}$$

$$ft_{rios} = M_{rios} / St = 6,91 \text{ k/cm2}$$

$$fb_{rios} = M_{rios} / Sb = 8,28 \text{ k/cm2}$$

Carg.Comun.

$$W_{cc} = 0,533 \text{ t/m}$$

$$M_{cc} = W_{cc} \times Lc^{2/8} = 57,55 \text{ t-m}$$

$$ft'_{ccom} = M_{cc} / St'c = 10,07 \text{ k/cm2}$$

$$ft_{ccom} = M_{cc} / Stc = 6,44 \text{ kg/cm2}$$

$$fb_{ccom} = M_{cc} / Sbc = 23,81 \text{ k/cm2}$$

Cargas Vivas

$$Fred.No.vias = 1,00$$

$$Impac = 6 / (Lc + 40) = 0,231$$

$$Frued = Sv / 1.70 = 1,635$$

$$M_{cv} = 249,51 \text{ t-m/via}$$

$$M(cv+i)_{vig.int.} = 254,58 \text{ t-m/viga}$$

$$ft'_{cv+i} = M_{cv} / St'c = 44,54 \text{ kg/cm2}$$

$$ft_{cv+i} = M_{cv} / Stc = 28,48 \text{ kg/cm2}$$

$$fb_{cv+i} = M_{cv} / Sbc = 105,31 \text{ kg/cm2}$$

$$Frueda \text{ int. } 1 = 0,902877698 \quad C = 0$$

$$Frueda \text{ int. } 2 = 0,902877698 \quad D = 1,56$$

$$Frueda \text{ int. } 3 = 0,829157719 \quad E = 0,95$$

$$Frueda \text{ int. } = 0,829157719$$

$$Frueda \text{ dis. } = 0,875899281$$

$$*Frueda \text{ dis. } = 0,902877698$$

Viga Exterior

A secc (centro de luz)= 0,51565 m2
 Lc = 29,4 m
 Sv= 2,78 m

CALCULO DE ESFUERZOS

Viga

Wpp = Acl x & = 1,24 t/m Mpp = (Wpp*Lc)^2/i 133,71 t-m
 ft pp= Mpp / St = 65,32 k/cm2
 fb pp= Mpp / Sb = 78,29 k/cm2

Tablero

Wtab= ab x ((Sv/2)+ Lv)x l 1,24 t/m Mtab = Wtab x Lc^2/ 133,96 t-m
 ft tab= Mtab / St = 65,44 k/cm2
 fb tab= Mtab / Sb = 78,43 k/cm2

Riostra central

Priost= 0,96 t Mrios= 'riost x Lc / 4 : 7,07 t-m
 ft rios= Mrios / St = #¡DIV/0! k/cm2
 fb rios= Mrios / Sb = #¡DIV/0! k/cm2

Carg.Comun.

Wcc= 0,533 t/m Mcc = Vcc x Lc^2/8 : 57,55 t-m
 ft´ ccom= Mcc / St´c = 10,07 k/cm2
 ft ccom= Mcc / Stc = 6,44 kg/cm2
 fb ccom= Mcc / Sbc = 23,81 k/cm2

Cargas Vivas

Fred.No.vias = 0,00 Mcv = 249,51 t-m/via
 Impac= 16/ (Lc + 40) = 0,300 M(cv+i)vig.ext.= 268,93 t-m/viga
 Frued= Sv / 1.70 = 5,551
 ft´ cv+i= Mcv / St´c = 47,05 kg/cm2 Frueda ext 0,87589928 A= 1,52
 ft cv+i= Mcv / Stc = 30,09 kg/cm2 Frueda e 0,87589928 B= 3,35
 fb cv+i= Mcv / Sbc = 111,24 kg/cm2 S1= 0,91
 AIB= 0,30

DISEÑO DEL TABLERO

Materiales:

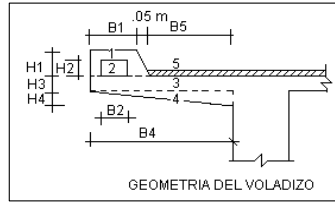
& concreto =	2,40 t/m3
& pavimento =	2,20 t/m3
f' c Tablero =	280,00 kg/cm2
fy (flexion) =	4200 kg/cm2

Dimensiones:

Separacion de vigas(Sv)=	2,78 m
Ancho de vigas(bw)=	0,68 m
Altura de pavimento(H pavim)	0,07 m
Altura de tablero(H tabl)=	0,18 m

GEOMETRIA DEL VOLADIZO

B1=	0,30 m	H1=	0,30 m
B2=	0,00 m	H2=	0,00 m
B3=	1,140 m	H3=	0,18 m
B4=	1,140 m	H4=	0,12 m
B5=	0,79 m	H5=	0,07 m



1) Carg. Muertas (Voladizo)

	Carga (t)	x	Brazo(m)	=	Momento
1 -----	0,234		1,016		0,238
2 -----	0,000		0,99		0,000
3 -----	0,492		0,57		0,281
4 -----	0,164		0,380		0,062
5 pavim----	0,122		0,395		0,048
Baranda ---	0,060		1,040		0,062
SUMA=	1,072 t				0,691 t-m

4,104

V carga muerta=	V(CM)=	1,07 t
M carga muerta=	M(CM)=	0,69 t-m

2) Carg. Vivas (Voladizo)

Refuerzo principal normal al trafico	
Q=Carga Viva por llanta=	7,5 t
I=Impacto=	30 %
X=Distancia Carga al borde de la viga=	0,49 m
E=Ancho de distribucion =	1,492 m
V(cv+i)=	6,53 t
M(cv+i)=	3,20 t-m

GEOMETRIA

Cable	Semiluz (cm)	Lrecta (cm)	Lparab. (cm)	YFL (cm)	YCL (cm)	cte. (cm/cm2)	TETA (Rad.)	TETA		
								Grados	Min.	Seg.
1	1485	500	985	37,5	8	3,0E-05	0,059827	3	25	40,2
2	1485	400	1085	75	8	5,7E-05	0,12288	7	2	25,8
3	1485	300	1185	112,5	8	7,44E-05	0,17458	10	0	8,9
4										
5										
6										
7	1370	300	1070	150	17	1,2E-04	0,24366	13	57	38,2
8	1170	200	970	150	17	1,4E-04	0,26765	15	20	6,2
9										
10										
11										
12										

15,95 31,1 0,55
0,4 115

Cable No.	Fuerza (t n)			Alargamientos (cm)			X* (m)	Tmax (t)	Lcable (m)	Ref. (t-m)
	Fgato	FCLo	FCLo0	T. simult.	un extrem	T. retens.				
1	156,0	141,6	114,3	10,9	18,7	2,6	11,25	145,11	14,87	1699,61
2	156,0	139,4	112,1	10,8	18,4	2,6	9,59	145,29	14,96	1676,39
3	156,0	137,6	110,3	10,7	18,3	2,5	8,6	145,36	15,10	1664,54
4	468,0		336,6							
5										
6										
7	156,0	136,1	108,8	9,3	16,9	1,1	7,38	145,29	14,14	1538,06
8	156,0	136,8	109,5	9,2	16,2	1,0	7,62	143,50	12,19	1333,79
9	312,0		218,2	9,1	15,6	0,9		0,00	0,00	0,00
10										
11										
12										

Esfuerzos admisibles en el acero:

Esfuerzos admisibles en Fgato (0,83*fpu):

280

Esfuerzo admisible en Fi máx. (0,70*fpu):

COORDENADAS (Ordenadas en (cm))

X(m) origen cables	0,00	0,15	1,15	2,15	3,15	4,15	5,15	6,15	7,15	8,15	9,15	10,15	11,15	12,15	13,15	14,15	14,85	14,85	15,85
X(m) origen apoyo	-0,15	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	14,70	14,70	15,70
1	37,5	36,6	31,0	26,0	21,6	17,9	14,7	12,2	10,2	8,9	8,1	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
2	75,0	73,2	61,5	51,1	41,7	33,5	26,5	20,6	15,8	12,1	9,6	8,3	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
3	112,5	109,9	93,2	78,0	64,3	52,1	41,4	32,2	24,4	18,2	13,4	10,2	8,4	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
4																			
5																			
6																			
7	0,0	0,0	150,0	126,3	104,9	85,9	69,1	54,7	42,7	32,9	25,5	20,4	17,6	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	150,0	124,0	100,8	80,5	62,9	48,2	36,4	27,3	21,1	17,7	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10																			
11																			
12																			

DATOS DE TENSIONAMIENTO

Cable	Fgato (t)	Ntoron	Teta Anclaje	Penetr (cm)	Z (cm) (cm)
1	156,0	12	0,05983	0,6	0,0
2	156,0	12	0,12288	0,6	0,0
3	156,0	12	0,17458	0,6	0,0
4				0,6	0,0
5				0,6	0,0
6			0,00000	0,6	0,0
7	156,0	12	0,24366	0,6	115,0
8	156,0	12	0,26765	0,6	315,0
9			0,00000	0,6	0,0
10	0,0		0,00000		0,0
11	0,0	0	0,00000		0,0
12	0,0		0,00000		0,0

60
F1 teorico (para tracciones igual a cero)= 307,2215 t
Fuerza de primer tensionamiento (t = oo)= 673,1846 t
f'ci >= fb / 0.55 = 309,0185 kg/cm2
f'ci = 4414,6 p.s.i. 309,019 kg/cm2
F2 teorico (para tracciones igual a cero)= -191,87 t
Fuerza de segundo tensionamiento (t = oo)= 436,44 t
Coeficiente de Fricción Lineal K = 0,0055
Coeficiente de Fricción Angular U = 0,25
Esfuerzo último del acero de pre-esfuerzo (fpu)= 18900 kg/cm2
Eprom = 2,0E+06 k/cm2
Emax = 2,1E+06 k/cm2
Emin = 1,97E+06 k/cm2
Apron = diámetro torón (pulg. "1/2" 0,987 cm2
Amax = 1,092 cm2
Amin = 0,963 cm2
cables (F. efectiva) 0,00 tn-m

Refuerzo Tensionado (una viga) 15824,8 t-m

FUERZAS DE TENSIONAMIENTO (t) (A lo largo de la semi-luz para t=oo)

X(m) origen cables	0,00	0,15	1,15	2,15	3,15	4,15	5,15	6,15	7,15	8,15	9,15	10,15	11,15	12,15	13,15	14,15	14,85
X(m) origen apoyo	-0,15	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	14,70
1	106,869	106,995	107,841	108,694	109,555	110,423	111,298	112,181	113,071	113,968	114,873	115,851	116,989	116,390	115,601	114,817	114,271
2	107,220	107,361	108,306	109,260	110,223	111,197	112,180	113,173	114,176	115,188	116,210	115,992	114,922	114,142	113,365	112,594	112,056
3	107,358	107,516	108,576	109,647	110,728	111,820	112,922	114,035	115,160	116,296	116,082	114,766	113,461	112,325	111,558	110,796	110,266
4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6																	
SUMA F1	321,447	321,872	324,723	327,600	330,506	333,439	336,400	339,389	342,406	345,452	347,165	346,609	345,372	342,856	340,525	338,207	336,592
7	0,000	0,000	107,230	108,424	109,629	110,845	112,073	113,313	114,567	115,835	115,320	113,718	112,132	110,804	110,046	109,293	108,767
8	0,000	0,000	0,000	0,000	103,644	105,045	106,455	107,877	109,310	110,757	112,220	113,699	113,949	112,186	110,735	109,978	109,450
9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10																	
11																	
SUMA F2	0,000	0,000	107,230	108,424	213,273	215,890	218,529	221,190	223,877	226,593	227,539	227,416	226,081	222,990	220,781	219,270	218,218

SUMA

FUERZAS DE TENSIONAMIENTO ((A lo largo de la luz para t=o)

X(m) origen cables	0,000	0,150	1,150	2,150	3,150	4,150	5,150	6,150	7,150	8,150	9,150	10,150	11,150	12,150	13,150	14,150	14,850
X(m) origen apoyo	-0,15	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	14,70
1	134,229	134,355	135,201	136,054	136,915	137,783	138,658	139,541	140,431	141,328	142,233	143,211	144,349	143,750	142,961	142,177	141,631
2	134,580	134,721	135,666	136,620	137,583	138,557	139,540	140,533	141,536	142,548	143,570	143,352	142,282	141,502	140,725	139,954	139,416
3	134,718	134,876	135,936	137,007	138,088	139,180	140,282	141,395	142,520	143,656	143,442	142,126	140,821	139,685	138,918	138,156	137,626
4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6																	
SUMA F1	403,527	403,952	406,803	409,680	412,586	415,519	418,480	421,469	424,486	427,532	429,245	428,689	427,452	424,936	422,605	420,287	418,672
7	0,000	0,000	134,590	135,784	136,989	138,205	139,433	140,673	141,927	143,195	142,680	141,078	139,492	138,164	137,406	136,653	136,127
8	0,000	0,000	0,000	0,000	131,004	132,405	133,815	135,237	136,670	138,117	139,580	141,059	141,309	139,546	138,095	137,338	136,810
9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11																	
SUMA F2	0,000	0,000	134,590	135,784	267,993	270,610	273,249	275,910	278,597	281,313	282,259	282,136	280,801	277,710	275,501	273,990	272,938

FUERZAS VERTICALES DEBIDAS AL TENSIONAMIENTO (t) (A lo largo de la semi-luz)

X(m) origen cables	0,000	0,150	1,150	2,150	3,150	4,150	5,150	6,150	7,150	8,150	9,150	10,150	11,150	12,150	13,150	14,150	14,850
X(m) origen apoyo	-0,15	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	14,70
1	6,390	6,300	5,697	5,084	4,460	3,825	3,180	2,523	1,856	1,178	0,489	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	13,142	12,980	11,886	10,767	9,624	8,456	7,263	6,046	4,804	3,538	2,248	0,924	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	18,647	18,445	17,076	15,667	14,219	12,732	11,205	9,640	8,036	6,395	4,661	2,903	1,182	0,000	0,000	0,000	0,000
4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,000	25,870	23,837	21,720	19,520	17,238	14,876	12,437	9,921	7,220	4,488	1,823	0,000	0,000	0,000	0,000
8	0,000	0,000	0,000	0,000	27,410	25,089	22,643	20,076	17,390	14,588	11,675	8,654	5,470	2,220	0,000	0,000	0,000
9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Suma=	38,179	37,726	60,529	55,356	77,433	69,621	61,530	53,162	44,524	35,621	26,293	16,969	8,476	2,220	0,000	0,000	0,000

COMPROBACION DE ESFUERZOS (A lo largo de la semi-luz)

38,179

Parametros:

Lcancilaje= 29,70

Lc=	29,40 m	MOMENTOS
W pp=	1,32 t/m	184,50
W tab=	1,05 t/m	129,76
P rios=	1,93 t	14,15
W ccom=	0,53265 t/m	57,55
M cv+i=	t-m	268,93
Delta L	0,15	

Propiedades de la viga:

Seccion simple:

A =	5156,50
Yb=	81,77
I=	13966462,93
St=	204707,37
Sb=	170794,44
Kb=	39,70
Kt=	33,12

Seccion compuesta:

A =	9728,81
Yb=	118,07
I=	28543098,80
St=	893875,32
Sb=	241751,06
Kb=	91,88
Kt=	24,85

X(m) origen cables	0,00	0,15	1,15	2,15	3,15	4,15	5,15	6,15	7,15	8,15	9,15	10,15	11,15	12,15	13,15	14,15	14,85
X(m) origen apoyo	-0,15	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	14,70
F1	321,447	321,872	324,723	327,600	330,506	333,439	336,400	339,389	342,406	345,452	347,165	346,609	345,372	342,856	340,525	338,207	336,592
Fo	403,527	403,952	406,803	409,680	412,586	415,519	418,480	421,469	424,486	427,532	429,245	428,689	427,452	424,936	422,605	420,287	418,672
F2	0,000	0,000	107,230	108,424	213,273	215,890	218,529	221,190	223,877	226,593	227,539	227,416	226,081	222,990	220,781	219,270	218,218
d'1	75,057	73,273	61,992	51,784	42,649	34,588	27,602	21,692	16,859	13,103	10,414	8,805	8,120	8,000	8,000	8,000	8,000
d'2	0,000	0,000	150,000	126,302	126,960	104,525	84,653	67,345	52,602	40,426	30,850	23,831	19,339	17,348	17,000	17,000	17,000
e1	6,72	8,50	19,78	29,990	39,125	47,185	54,171	60,081	64,915	68,670	71,360	72,968	73,654	73,774	73,774	73,774	73,774
e2	0,00	0,00	-31,93	-8,234	-8,892	13,543	33,415	50,723	65,466	77,642	87,218	94,237	98,730	100,720	101,068	101,068	101,068
M pp	-3,746	3,746	27,738	50,023	70,599	89,469	106,630	122,084	135,831	147,869	158,200	166,824	173,740	178,948	182,449	184,242	184,481
M tab	-2,635	2,635	19,508	35,181	49,652	62,923	74,992	85,861	95,529	103,996	111,261	117,326	122,190	125,853	128,315	129,576	129,744
M rios	0,000	0,144	1,107	2,069	3,032	3,994	4,957	5,919	6,882	7,844	8,807	9,769	10,732	11,694	12,657	13,619	14,004
M ccom	-1,169	1,169	8,652	15,603	22,022	27,908	33,261	38,081	42,369	46,124	49,347	52,037	54,194	55,818	56,910	57,470	57,544
M cv+i	-5,460	5,460	40,432	72,914	102,908	130,412	155,427	177,953	197,990	215,538	230,597	243,167	253,248	260,839	265,942	268,556	268,904
f ^t F1	51,791	49,054	31,595	15,538	0,927	-12,194	-23,783	-33,792	-42,177	-48,891	-53,694	-56,331	-57,287	-57,070	-56,682	-56,296	-56,028
f ^b F1	74,979	78,441	100,583	121,055	139,805	156,783	171,935	185,207	196,543	205,888	212,375	215,299	215,917	214,584	213,126	211,675	210,664
f ^t Fo	65,016	61,563	39,581	19,431	1,158	-15,196	-29,586	-41,965	-52,288	-60,507	-66,389	-69,671	-70,902	-70,733	-70,345	-69,959	-69,690
f ^b Fo	94,124	98,444	126,007	151,385	174,526	195,377	213,886	229,998	243,657	254,807	262,586	266,283	267,231	265,956	264,497	263,047	262,036
f ^t F2	0	0	14,8524479	12,143	24,043	18,920	14,293	10,184	6,615	3,609	1,187	-0,600	-1,733	-2,205	-2,270	-2,254	-2,243
f ^b F2	0	0	-3,1416431	7,452	14,077	34,285	52,668	69,145	83,637	96,065	105,479	112,025	115,568	115,824	114,995	114,208	113,660
f ^t pp	-1,830	1,830	13,550	24,436	34,488	43,706	52,089	59,638	66,354	72,235	77,281	81,494	84,872	87,417	89,127	90,002	90,119
f ^b pp	-2,193	2,193	16,241	29,288	41,336	52,384	62,432	71,480	79,529	86,577	92,626	97,675	101,725	104,774	106,824	107,873	108,013
f ^t tab	-1,287	1,287	9,530	17,186	24,255	30,738	36,634	41,943	46,666	50,802	54,351	57,314	59,690	61,480	62,682	63,298	63,380
f ^b tab	-1,543	1,543	11,422	20,598	29,071	36,841	43,908	50,272	55,932	60,889	65,143	68,694	71,542	73,687	75,128	75,867	75,965
f ^t rios	0,000	0,071	0,541	1,011	1,481	1,951	2,421	2,892	3,362	3,832	4,302	4,772	5,243	5,713	6,183	6,653	6,841
f ^b rios	0,000	0,085	0,648	1,212	1,775	2,339	2,902	3,466	4,029	4,593	5,156	5,720	6,284	6,847	7,411	7,974	8,200
f ^t ccom	-0,131	0,131	0,968	1,746	2,464	3,122	3,721	4,260	4,740	5,160	5,521	5,821	6,063	6,245	6,367	6,429	6,438
f ^b ccom	-0,483	0,483	3,579	6,454	9,109	11,544	13,758	15,752	17,526	19,079	20,412	21,525	22,417	23,089	23,541	23,772	23,803
f ^t cv+i	-0,611	0,611	4,523	8,157	11,513	14,590	17,388	19,908	22,150	24,113	25,797	27,204	28,331	29,181	29,752	30,044	30,083
f ^b cv+i	-2,259	2,259	16,725	30,161	42,568	53,945	64,292	73,610	81,898	89,157	95,386	100,586	104,756	107,896	110,007	111,088	111,232

Esfuerzos (pp+Fo)

f^t	-66,846	-59,733	-26,031	5,005	33,330	58,902	81,675	17,673	14,066	11,727	10,893	11,823	13,971	16,684	18,782	20,043	20,429
f^b	96,318	96,251	109,766	122,097	133,190	142,993	151,454	158,518	164,129	168,230	169,960	168,608	165,507	161,182	157,674	155,173	154,022

Esfuerzos admisibles: **Esfuerzos en el concreto ($0,55 f^c$):** **192,5 Kg/cm²**
 Esfuerzos max. de tensión ($2,0 \cdot \text{square}(f^c)$): **29,93 Kg/cm²**

Esfuerzos (pp+tab+rios+F1)

f^t	48,675	52,242	55,215	58,171	61,152	64,200	67,362	70,681	74,204	77,978	82,241	87,249	92,518	97,539	101,310	103,657	104,313
f^b	78,715	74,621	72,272	69,957	67,623	65,219	62,693	59,989	57,053	53,828	49,449	43,209	36,367	29,276	23,763	19,961	18,486

Esfuerzos (CM+F1+F2) $\leq 0.40 f^c$

f^t	48,544	52,372	71,036	72,060	87,659	86,242	85,376	85,125	85,559	86,747	88,948	92,471	96,848	101,578	105,407	107,833	108,508
f^b	79,198	74,137	65,552	70,954	72,591	87,961	101,602	113,381	123,164	130,814	134,515	133,709	129,518	122,011	115,217	110,396	108,343

Esfuerzos (CM+CV+F1+F2) $\leq 0.60 f^c$

f^t	47,933	52,983	75,559	80,217	99,171	100,832	102,764	105,033	107,709	110,860	114,746	119,675	125,180	130,758	135,158	137,877	138,591
f^b	81,457	71,879	48,827	40,793	30,023	34,016	37,310	39,771	41,266	41,656	39,129	33,123	24,762	14,115	5,211	-0,691	-2,889

Esfuerzos admisibles: **Esfuerzos en el concreto ($0,40 f^c$):** **140 Kg/cm²**
 Esfuerzos max. de tensión ($1,6 \cdot \text{square}(f^c)$): **29,93 Kg/cm²**

151,2029
7,104997

CORTANTE

X(m) origen cables	0,00	0,15	1,15	2,15	3,15	4,15	5,15	6,15	7,15	8,15	9,15	10,15	11,15	12,15	13,15	14,15	14,85
X(m) origen apoyo	-0,15	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	14,70
F1 (tn)	321,45	321,87	324,72	327,60	330,51	333,44	336,40	339,39	342,41	345,45	347,17	346,61	345,37	342,86	340,53	338,21	336,59
F2 (tn)	0,00	0,00	107,23	108,42	213,27	215,89	218,53	221,19	223,88	226,59	227,54	227,42	226,08	222,99	220,78	219,27	218,22
d'1 (cm)	75,06	73,27	61,99	51,78	42,65	34,59	27,60	21,69	16,86	13,10	10,41	8,81	8,12	8,00	8,00	8,00	8,00
d'2 (cm)	0,00	0,00	150,00	126,30	126,96	104,52	84,65	67,34	52,60	40,43	30,85	23,83	19,34	17,35	17,00	17,00	17,00
dp (cm)	92,94	94,73	84,16	97,69	92,28	105,93	117,93	128,29	137,01	144,07	149,49	153,24	155,44	156,32	156,46	156,46	156,46
e1 (cm)	6,72	8,50	19,78	29,99	39,12	47,19	54,17	60,08	64,91	68,67	71,36	72,97	73,65	73,77	73,77	73,77	73,77
e2 (cm)	0,00	0,00	-31,93	-8,23	-8,89	13,54	33,42	50,72	65,47	77,64	87,22	94,24	98,73	100,72	101,07	101,07	101,07
Vp (tn)	38,18	37,73	60,53	55,36	77,43	69,62	61,53	53,16	44,52	35,62	26,29	16,97	8,48	2,22	0,00	0,00	0,00
fb F1 (kg/cm2)	74,98	78,44	100,58	121,05	139,81	156,78	171,93	185,21	196,54	205,89	212,37	215,30	215,92	214,58	213,13	211,67	210,66
fb F2 (kg/cm2)	0,00	0,00	-3,14	7,45	14,08	34,29	52,67	69,14	83,64	96,06	105,48	112,03	115,57	115,82	115,00	114,21	113,66
fpe (kg/cm2)	74,98	78,44	97,44	128,51	153,88	191,07	224,60	254,35	280,18	301,95	317,85	327,32	331,49	330,41	328,12	325,88	324,32
fd (kg/cm2)	-3,74	3,74	27,66	49,89	70,41	89,23	106,34	121,75	135,46	147,47	157,77	166,37	173,27	178,46	181,95	183,74	183,98
Mcr (tn-m)	262,66	252,96	241,05	262,43	274,17	318,57	358,26	392,92	422,22	445,83	459,37	461,47	454,86	439,70	425,73	416,00	411,65
Vd (tn)	0,00	34,84	32,47	30,10	27,73	25,36	22,99	20,62	18,25	15,88	13,51	11,14	8,77	6,40	4,03	1,66	0,00
V ccom (tn)	7,91	7,83	7,30	6,76	6,23	5,70	5,17	4,63	4,10	3,57	3,04	2,50	1,97	1,44	0,91	0,37	0,00
M ccom (tn-m)	-1,17	1,17	8,65	15,60	22,02	27,91	33,26	38,08	42,37	46,12	49,35	52,04	54,19	55,82	56,91	57,47	57,54
M cv+i (tn-m)	-5,46	5,46	40,43	72,91	102,91	130,41	155,43	177,95	197,99	215,54	230,60	243,17	253,25	260,84	265,94	268,56	268,90
Tren de carga																	
V cv+i	38,48	38,26	36,77	35,29	33,81	32,32	30,84	29,36	27,87	26,39	24,91	23,42	21,94	20,46	18,97	17,49	16,45
M cv+i	0,00	5,55	41,10	74,07	104,47	132,29	157,54	180,20	200,30	217,81	232,75	245,12	254,91	262,12	266,76	268,82	268,73
Vi	94,94	94,34	90,39	86,43	82,48	78,52	74,56	70,61	66,65	62,70	58,74	54,78	50,83	46,87	42,92	38,96	36,19
Mmax	-1,52	13,74	101,67	183,25	258,46	327,32	389,82	445,95	495,73	539,15	576,21	606,91	631,25	649,23	660,85	666,11	666,00
Vci (tn)	-16413,77	1773,55	248,20	155,54	116,79	103,59	93,53	85,02	77,35	70,18	62,89	55,41	48,04	40,81	34,34	28,66	25,04
Linea de carga																	
V cv+i (tn)	36,59	36,28	34,27	32,31	30,41	28,56	26,76	25,02	23,34	21,71	20,13	18,61	17,14	15,73	14,38	13,07	12,19
M cv+i	0,00	5,55	41,10	74,07	104,47	132,29	157,54	180,20	200,30	217,81	232,75	245,12	254,91	262,12	266,76	268,82	268,73
Vi (tn)	90,78	90,00	84,88	79,88	75,00	70,23	65,59	61,07	56,67	52,39	48,24	44,20	40,28	36,48	32,80	29,25	26,83
Mmax (tn-m)	-1,52	13,74	101,67	183,25	258,46	327,32	389,82	445,95	495,73	539,15	576,21	606,91	631,25	649,23	660,85	666,11	666,00
Vci (tn)	-15695,02	1693,60	235,14	146,16	108,86	95,52	85,29	76,62	68,86	61,66	54,51	47,36	40,44	33,77	27,83	22,59	19,25
fpc F1	67,949	69,531	79,666	89,063	97,699	105,550	112,595	118,808	124,165	128,641	131,705	132,942	133,084	132,221	131,322	130,428	129,805
fpc F2	0,00	0,00	11,02	11,14	21,92	22,19	22,46	22,74	23,01	23,29	23,39	23,38	23,24	22,92	22,69	22,54	22,43
fpc	67,95	69,53	90,69	100,21	119,62	127,74	135,06	141,54	147,18	151,93	155,09	156,32	156,32	155,14	154,02	152,97	152,24
Vcw	43,38	65,30	67,62	83,50	88,55	106,27	122,96	138,25	151,80	163,32	172,02	177,35	179,90	179,91	179,12	178,24	177,62
Vc	43,38	65,30	67,62	83,50	88,55	95,52	85,29	76,62	68,86	61,66	54,51	47,36	40,44	33,77	27,83	22,59	19,25

DISEÑO A CORTANTE (Viga)

0,024

DISEÑO A CORTANTE

X(m) origen cables	0,00	0,15	1,15	2,15	3,15	4,15	5,15	6,15	7,15	8,15	9,15	10,15	11,15	12,15	13,15	14,15	14,85
X(m) origen apoyo	-0,15	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	14,70
Vcm	7,91	42,67	39,77	36,87	33,96	31,06	28,16	25,26	22,35	19,45	16,55	13,64	10,74	7,84	4,94	2,03	0,00
Vcv+i	38,48	38,26	36,77	35,29	33,81	32,32	30,84	29,36	27,87	26,39	24,91	23,42	21,94	20,46	18,97	17,49	16,45
Vu	94,94	139,64	132,60	125,57	118,53	111,49	104,45	97,42	90,38	83,34	76,30	69,27	62,23	55,19	48,15	41,12	36,19
Vc	43,38	65,30	67,62	83,50	88,55	95,52	85,29	76,62	68,86	61,66	54,51	47,36	40,44	33,77	27,83	22,59	19,25
Vs	68,31	98,99	88,38	64,23	50,90	35,64	37,60	37,99	37,47	36,39	35,26	34,13	32,77	31,16	28,82	25,78	23,33
Sreq. ø1/2	14,5	10,2	10,2	16,2	19,3	31,7	33,5	36,0	39,0	42,2	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Sdef. ø1/2"	10,0	10,0	10,0	10,0	15,0	20,0	20,0	20,0	20,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	50,0	50,0	50,0

X (M)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	
Y (CM)	0,0	0,71	1,37	1,98	2,54	3,06	3,52	3,94	4,30	4,62	4,89	5,11	5,28	5,40	5,48	5,50	

Lc= 35,00 m
 bw= 0,18 m
 Hv + H tab = 1,68 m
 l=Impacto= 16/(40+Lc) <= 0.30 = 0,300
 f rueda= Sv/1.7= 1,64
 f rueda*= 1,92

Cortante

Tren de carga

Q1 (llanta posterior) = 7.5 x (1+l) x f rueda*= 18,73 t
 Q2 (llanta central) = 7.5 x (1+l) x f rueda = 15,94 t
 Q3 (llanta delantera) = 5.0 x (1+l) x f rueda = 10,63 t

Línea de carga

Wcv+i= 1,461 t/m/viga
 Pcv+i= 19,98 t/viga

Flexion

Tren de carga

Mmax cv+i= 318,96 t-m/viga

Línea de carga

W cv+i= 1,557 t/m/viga
 P cv+i= 12,76 t/viga
 Mmax cv+i= 350,0564 t-m/viga

CÁLCULO DE DEFLEXIONES CL(cm)

Primer tensionamiento (F0) 8,59 cm
 Peso propio -3,93 cm
 Pérdidas de pre-esfuerzo F1 -1,67 cm
 Placa + diafragmas con sección simple -4,06 cm
 Recuperación placa con sección compuesta 2,08 cm
 Segundo tensionamiento (F20) 3,76 cm
 Pérdidas de pre-esfuerzo F2 -0,75 cm
 Cargas sobreimpuestas (pav.+anden+barand.) -0,78 cm
 Carga viva -2,68 cm
DEFLEXIÓN TOTAL 0,56 cm

DEFLEXIÓN TOTAL INSTANTÁNEA 0,56 cm
DEFLEXIÓN TOTAL DIFERIDA(ΔDIF. = 2*ΔINT.) 1,12 cm

CALCULO DE PERDIDAS DIFERIDAS DE PREESFUERZO

* Retracción de fraguado del concreto: SH

$$SH = 0.80 * (1190 - 10.5RH)$$

RH=media anual de la humedad relativa del ambiente, en porcentaje

RH= 80

$$SH = 280 \text{ kg/cm}^2$$

1er Tensionamiento

$$SH1 = 280 \text{ kg/cm}^2$$

2er Tensionamiento

$$SH2 = 280 \text{ kg/cm}^2$$

* Acortamiento elastico: ES

$$ES = 0.5 * Es * f_{cir} / E_{ci}$$

$$f'_{ci} = 309,02 \text{ kg/cm}^2$$

Es=módulo de elasticidad del acero de preesfuerzo (kg/cm²)

Eci=módulo de elasticidad del concreto en kg/cm² en el momento de la transferencia.

$$E_{ci} = 0.14 * (W_c)^{1.5} * (f'_{ci})^{0.5} = 289.359,11 \text{ kg/cm}^2$$

$$Es = 1.980.000,00 \text{ kg/cm}^2$$

Wc=peso unitario del concreto en kg/m³

f_{cir}=esfuerzo en el concreto en el C.G. del acero de preesfuerzo, debido a la fuerza de preesfuerzo y la carga muerta presente en el instante de la transferencia. Se calcula en la sección de máximo momento.

$$f_{cir1} = 146,45 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{cir2} = 30,96 \text{ kg/cm}^2$$

$$ES1 = 501,07 \text{ kg/cm}^2$$

$$ES2 = 105,92 \text{ kg/cm}^2$$

* Pérdidas por Flujo Plástico: CRc

$$CRc = 12 f_{cir} - 7 f_{cds}$$

f_{cds}=esfuerzo en el concreto en el C.G. del acero de preesfuerzo, debido a todas las cargas muertas excepto la carga muerta presente, cuando se aplica la fuerza de preesfuerzo.

$$f_{cds1} = 92,16 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{cds2} = 19,72 \text{ kg/cm}^2$$

$$CRc1 = 1112,35 \text{ kg/cm}^2$$

$$CRc2 = 233,50 \text{ kg/cm}^2$$

* Pérdidas por Relajación del acero de preesfuerzo: CRs

$$CRs = 350 - 0,07 * FR - 0,1ES - 0,05 * (SH + CRc)$$

Para torones de baja relajación

$$CRs1 = 230,2759$$

$$CRs2 = 313,7331032 \text{ kg/cm}^2$$

DELTA fs1 = 2.123,69 kg/cm2
 DELTA fs1 = 2,124 tn/cm2

DELTA fs2 = 933,15 kg/cm2
 DELTA fs2 = 0,933 tn/cm2

MOMENTO ÚLTIMO RESISTENTE EN EL CENTRO DE LUZ

Ap= 59,22 cm2 ρ = Ap/b*d
 d' = 156,46 cm ρ = 0,00149005

fps= fpu - (1-0,5*ρ*fpu/f'c)= 18139,63 kg/cm2

a = Ap*fps/0,85*f'c*b = 14,214986 cm → trabaja como viga rectangular

Sección Rectangular:

Mu resistente= ϕ*Ap*fps*(d-a/2)

Mu resistente= 144395049,5 kg-cm Mu resistente 1443,9505 t-m

Mu actuante = 1093,094655 t-m Mu actuante : 1093,09466 t-m

Mu resistente	>	Mu actuante
---------------	---	-------------

Sección con aletas (Sección T):

Apf = 0,85*(f'c/fps)*(b-bw)*hf = - cm2

Apw=Ap-Aps= - cm2

a'=Apw*fps/(0,85*f'c*bw)= - cm → a= hf+a' = - cm

Mu resistente=Apw*fps*(d-a/2)+Apf*fps*(d-hf/2)

Mu resistente= - kg-cm Mu resistente - t-m

Mu actuante : 1017,45147 t-m

Mu resistente	-	Mu actuante
---------------	---	-------------