



AUTOISTAS DEL SOL S.A

**ESTUDIOS DEFINITIVOS DE LA SEGUNDA CALZADA Y DISEÑO DE LA REHABILITACIÓN
DEL CORREDOR EXISTENTE DEL TRAMO GAMBOTE-VARIANTE MAMONAL Y DE LA
VARIANTE CARTAGENA.**

**INFORME FINAL
MEMORIAS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL PUENTE
EN CONCRETO REFORZADO ARROYO CAIMÁN
ENTRE EL K8+628.47 Y K8+649.03**

VERSIÓN 2.0



TC-2068-134



AUTOPISTAS DEL SOL S.A

INFORME FINAL
MEMORIAS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA EL PUENTE
EN CONCRETO REFORZADO ARROYO CAIMÁN
ENTRE EL K8+628.47 Y K8+649.03

CONTROL DE MODIFICACIONES

Versión Nº	Fecha	Numeral Modificado	Descripción de la Modificación	Responsable
2.0	Mayo de 2013	N/A	Emisión Original	Ing. José del Carmen Nieto

Elaboró: Ing. José del Carmen Nieto	Revisó: 	Aprobó: Ing. José Domingo Yances	Fecha: Mayo de 2013
--	------------------------	--	-----------------------------------

1. ÍNDICE

1.	ÍNDICE.....	3
2.	INTRODUCCIÓN.....	5
3.	ALCANCE	5
4.	METODOLOGÍA.....	5
5.	MATERIALES	5
6.	NORMAS Y ESPECIFICACIONES	6
7.	CONDICIONES DE CARGA	6
8.	GEOMETRÍA.....	7
9.	TRABAJOS REALIZADOS.....	7
10.	PRESENTACIÓN DE DATOS	7
11.	LOCALIZACIÓN DEL PUENTE.....	8
12.	DISEÑO LOSA TABLERO METODOLOGÍA CCDSP-95.....	10
13.	ANÁLISIS Y DISEÑO DE VIGAS.....	16
-	NÚMERO DE VIGAS.....	16
-	ALTURA DE VIGAS	16
-	ANCHO DE VIGAS	16
-	FACTOR RUEDA	17
-	EVALUACIÓN DE CARGAS.....	20
-	RESUMEN DE MOMENTOS.....	21
-	DISEÑO A FLEXIÓN	23
-	DISEÑO A ESFUERZO DE CORTE	26
14.	DISEÑO NEOPRENO	28
15.	DISEÑO LOSA DE APROXIMACION.....	30
16.	DISEÑO DE BARANDA.....	31

17.	DISEÑO ESTRIBO	33
-	MODELO 3D ESTRIBO	36
		36
-	PLANTA ESTRIBO	36
-	COMBINACIONES DE DISEÑO ESTRIBO	37
18.	DISEÑO PILOTES	51
19.	DISEÑO TOPE SÍSMICO	73
20.	DISEÑO ESPALDAR	74
21.	VERIFICACIÓN DE LA LUZ DE APOYO DE LA SUPERESTRUCTURA.....	77
22.	FICHA TECNICA DE JUNTA DE DILATACION.....	77

2. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se realiza el Análisis y Diseño Estructural de un puente en concreto reforzado de 20.50 m de longitud y 12.00 m de ancho, incluidos bordillo, baranda y andén, ubicado en un alineamiento para dos calzadas, entre las abscisas **K8+628.47 Y K8+649.03**, el ancho del bordillo es de 0.35 m y del andén de 2.25 m. El puente se apoya sobre estribos rígidos en concreto reforzado cimentados sobre pilotes, igualmente en concreto reforzado, de 1.20 m de diámetro y 15.0 m de longitud.

3. ALCANCE

El propósito del trabajo consiste en la producción de los Análisis, Diseños, Planos definitivos para construcción, y el Cálculo de las Cantidades de Obra.

4. METODOLOGÍA

Para la solución de la superestructura, se adopta un sistema estructural consistente en una placa sobre vigas reforzadas.

Para los diseños de placas y vigas se utilizan hojas de cálculo, teniendo en cuenta el efecto de la carga viva sobre las vigas por medio del factor rueda. Para el análisis de los estribos se creará un modelo tridimensional. El modelo se someterá entonces a la acción de cargas verticales (permanente y viva) y cargas horizontales respectivas.

5. MATERIALES

Concretos:	Tablero y Riostras	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
	Vigas Reforzadas	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
	Losas de Acceso	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
	Estribos	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
	Pilotes	$f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$

Limpieza

$$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

Acero de refuerzo:

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Neopreno Reforzado Dureza 60

6. NORMAS Y ESPECIFICACIONES

- Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes CCSP-95.

7. CONDICIONES DE CARGA

- **Superestructura**
- **Carga Permanente:**

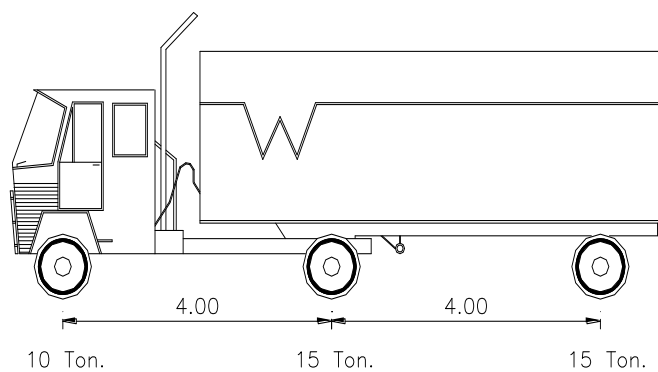
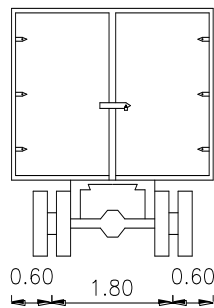
Peso propio (Vigas + Tablero)

Carpeta asfáltica (2200 kg/m^3)

Barandas

Bordillo

- **Carga Viva Vehicular: Camión de diseño C40-95**



- **Parámetros Sísmicos**

- Zona de Amenaza Sísmica:

BAJA

- Coeficiente de Aceleración:

Aa = 0.10

- Clasificación por Importancia: *Grupo I (Puentes Esenciales)*
- Categoría de Comportamiento Sísmico (CCS) (Tabla A.3.5-2):

<i>Grupo I:</i>	<i>CCS – C</i>	<i>0.09 < A ≤ 0.19</i>
-----------------	----------------	---------------------------
- *Requisitos de Análisis Sísmico:* *Regular de una sola Luz*
- *Procedimiento de Análisis Sísmico:* *PAS – S (Simplificado)*

Para puentes de una sola luz: las fuerzas sísmicas horizontales que trasmite la superestructura a los apoyos y estribos, tanto longitudinal como transversalmente, se obtienen multiplicando la reacción en el apoyo, o estribo, causada por las cargas muertas por el coeficiente sísmico A_a . En este caso las fuerzas sísmicas no se dividen por el coeficiente de modificación de respuesta R , para obtener las fuerzas de diseño.

8. GEOMETRÍA

- Sección Transversal del Tablero: 12 m
- Longitud = 20 m

9. TRABAJOS REALIZADOS

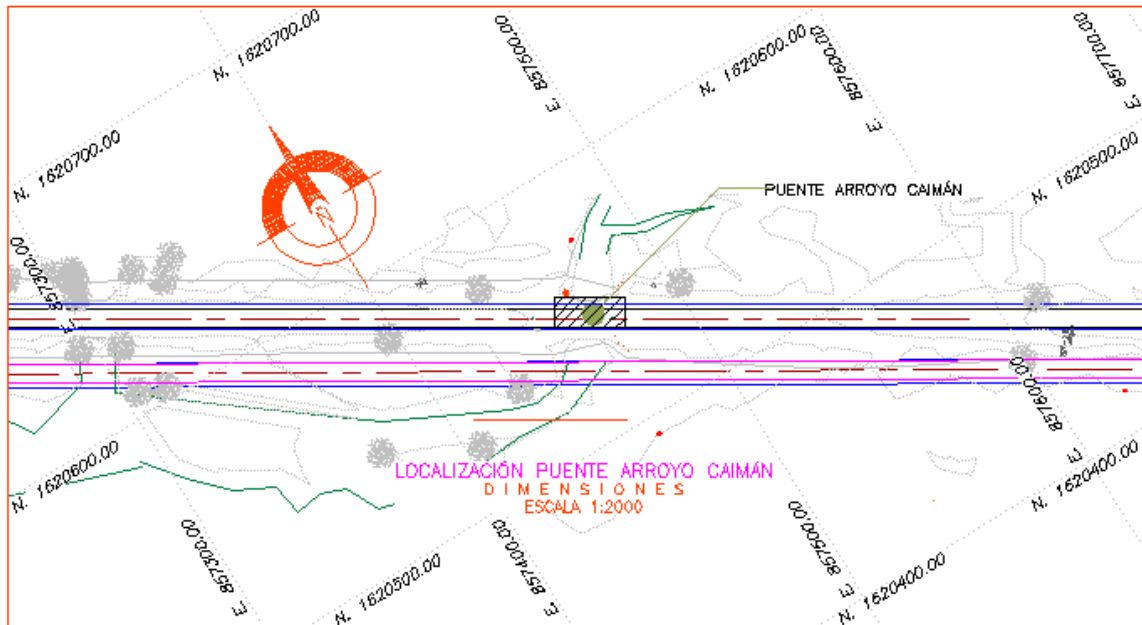
A continuación se presenta el desarrollo de la Memoria de Cálculo: El modelo estructural con sus datos de entrada, dimensiones, materiales, la aplicación de las respectivas cargas verticales, horizontales, las combinaciones correspondientes y las envolventes que nos producen los efectos más desfavorables.

10. PRESENTACIÓN DE DATOS

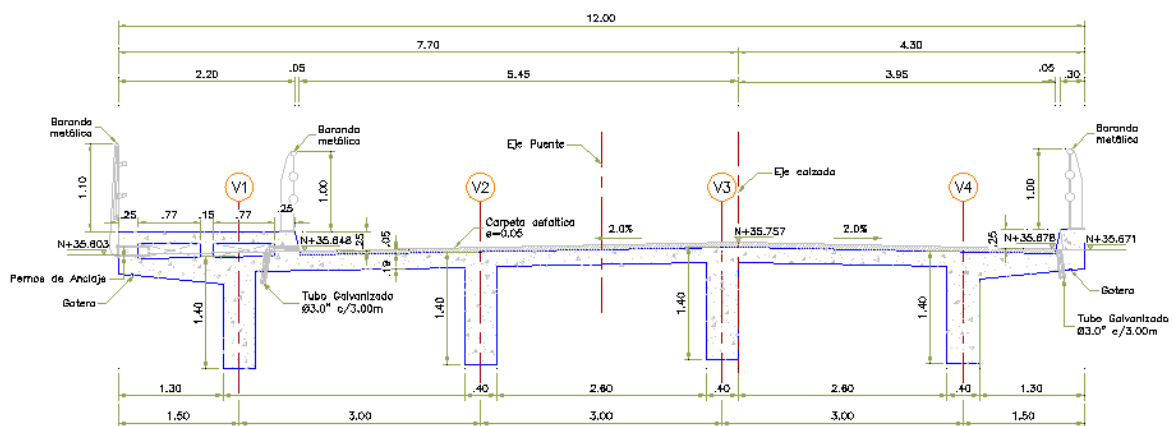
Los datos obtenidos relacionado con los esfuerzos que produce el programa en su mayoría se presentan en forma diagramática para una mejor visualización, indicando la referencia de donde procede o donde se produce.

Los diseños se presentan en hojas de cálculos (excel) cuando se requiera, o descrita en las presentes memorias.

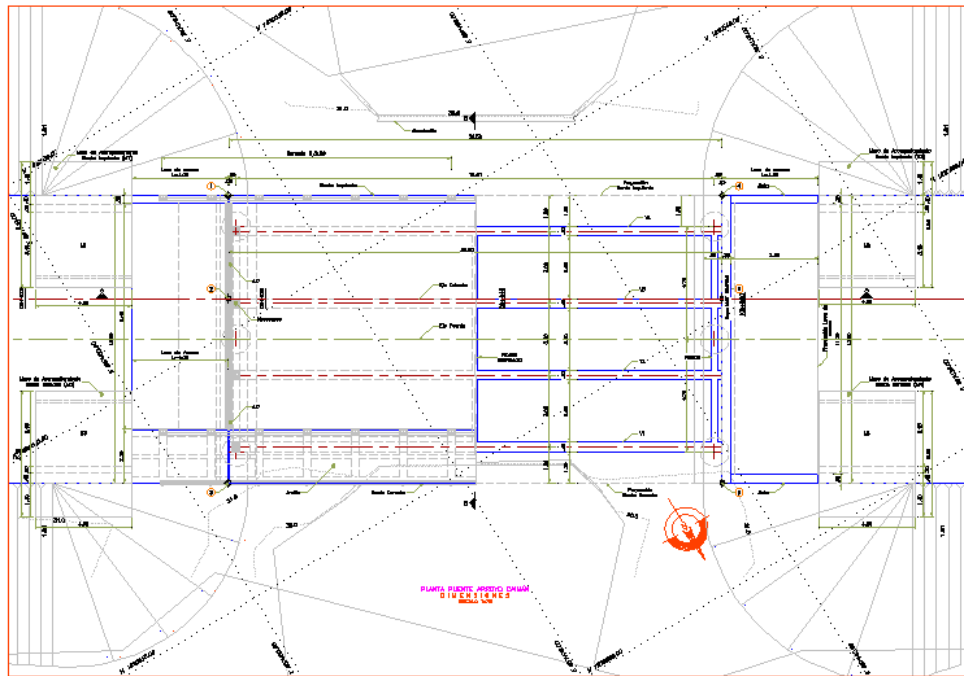
11. LOCALIZACIÓN DEL PUENTE



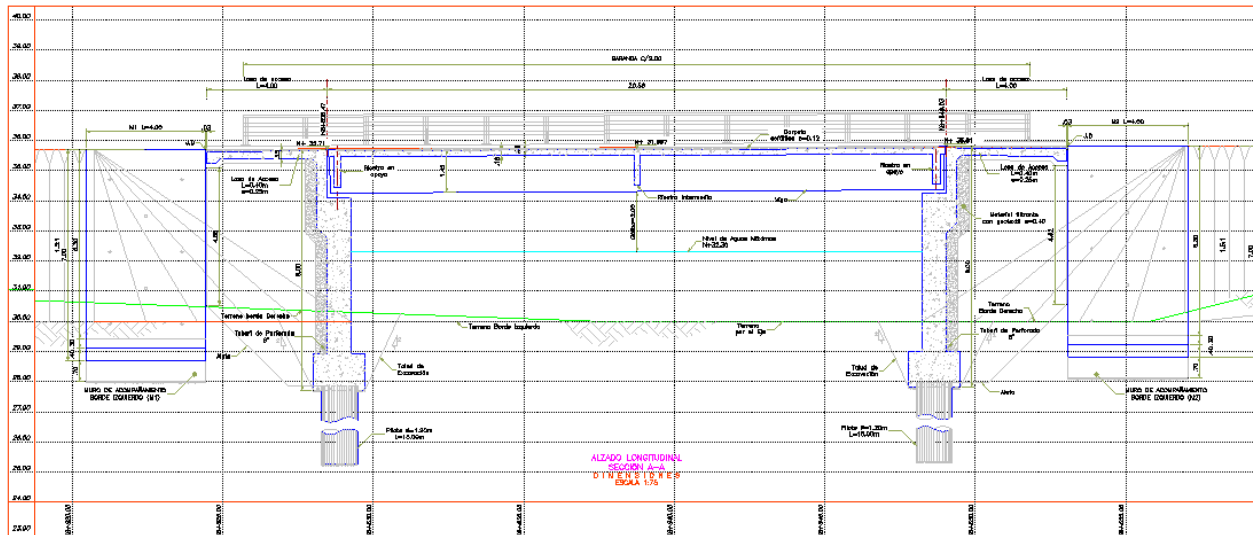
Localización General del Puente



Sección Transversal Tablero



Planta General del Puente



Perfil Longitudinal Puente

12. DISEÑO LOSA TABLERO METODOLOGÍA CCDSP-95

DISEÑO DE LA PLACA

PLACA CON REFUERZO PRINCIPAL PERPENDICULAR AL TRAFICO

PLACA			
DATOS			
Concreto	f_c	280 kg/cm ²	
	β_1	0.85	
$E = 12500 \sqrt{f_c}$	E_c	209165 kg/cm ²	
Acero	F_y	4200 kg/cm ²	
Recubrimiento inferior	d'	3.00 cm	
Recubrimiento superior	d'	5.00 cm	
Luz de diseño o luz libre	Sp	2.60 m	
Espesor mínimo de la placa	≥ 0.165	0.188 m	TABLA A7.1 Para Análisis
Carpeta Asfáltica	e	0.07 m	
Espesor escogido	ts	0.19 m	

CARGA MUERTA		
	$W_{Losa} =$	0.46 Ton/m ²
	$W_{Carpeta\ Asfáltica} =$	0.154 Ton/m ²
	Total =	0.61 Ton/m ²
	$W_{(CM)} =$	0.61 Ton/m
	$M_{(CM)} = (W \cdot Sp^2 / 10) =$	0.41 Ton.m/m

CARGA VIVA		
	Tipo de vehiculo =	C40-95
	Peso de la rueda trasera $Q =$	7.5 Ton
	Longitud del Puente $L =$	20.00 m
	Impacto $I =$	37.6 %
	Impacto $\leq 30\%$	30.0 %
	Factor de Continuidad $\beta =$	0.8
	Carga de la rueda mas impacto =	9.75 Ton
$M_{(CV)} + I = \frac{I_p + 0.40}{9.81} \cdot Q \cdot \beta \cdot (1 + I)$		
	$M_{(CV)} =$	1.96 Ton-m/m
	$M_{(CV+I)} =$	2.55 Ton-m/m
		A4.2.2.1.1

PARA EL GRUPO I		
1.3 (M _{CM} + 1.67M _{CV+I})	$M_U =$	6.07 Ton.m/m

ARMADURA PRINCIPAL

b = 100 cm
d = 15.21 cm
recubrimiento = 3.00 cm
f_c = 280 kg/cm²
Cuantía mínima = 0.00333
Cuantía balanceada = 0.02856
Cuantía máxima = 0.02142
M_n = 6.74 Ton.m
m = 17.65
R_n = 29.15 kg/cm²
R_n(max) = 72.97 kg/cm²
Cuantía = 0.00743
A_s = 11.29 cm²

Barra N° 5
Diámetro barra = 1.59 cm
A_s barra = 1.99 cm²
Colocar 1 # 5 cada 18 cm Inferior

b = 100 cm
d = 13.21 cm
recubrimiento = 5.00 cm
f_c = 280 kg/cm²
Cuantía mínima = 0.00333
Cuantía balanceada = 0.02856
Cuantía máxima = 0.02142
M_n = 6.74 Ton.m
m = 17.65
R_n = 38.65 kg/cm²
R_n(max) = 72.97 kg/cm²
Cuantía = 0.01010
A_s = 13.34 cm²

Barra N° 5
Diámetro barra = 1.59 cm
A_s barra = 1.99 cm²
Colocar 1 # 5 cada 15 cm Superior

ARMADURA DE DISTRIBUCION

Para garantizar la distribución de las cargas concentradas, se debe colocar longitudinalmente, en la cara inferior de la losa, un porcentaje de refuerzo para momento (+) dado por:

$$\% = \frac{121}{J_{cp}} \leq 67\%$$

75.0 %

A4.2.2.1.3

% Repartición =

67.0 %

As(requerido) =

8.94 cm²

Barra Nº

4

Diámetro barra =

1.27 cm

As barra =

1.27 cm²

Colocar 1 # 4 cada

15 cm

ARMADURA POR TEMPERATURA

As(mínimo) =

3.00 cm²

A.7.11

Barra Nº

4

Diámetro barra =

1.27 cm

As barra =

1.27 cm²

Separación =

42 cm

Colocar 1 # 4 cada

40 cm

DISEÑO DE LA LOSA EN VOLADIZO
LOSA CON REFUERZO PRINCIPAL PERPENDICULAR AL TRAFICO

DATOS

Concreto	f_c	280 kg/cm ²	
	β_1	0.85	
$E = 12500 \sqrt{f_c}$	E_c	209165 kg/cm ²	
Acero	F_y	4200 kg/cm ²	
Recubrimiento inferior	d'	3.00 cm	
Recubrimiento superior	d'	5.00 cm	
Luz de diseño	S	1.30 m	
Espesor placa en el extremo	t_1	0.19 m	
Espesor placa en apoyo	t_2	0.35 m	
Carpeta Asfáltica	e	0.07 m	Valor solo para Análisis

Cada rueda en el elemento perpendicular al trafico debe distribuirse sobre un ancho $E = 0.8 \cdot X + 1.1$
 X = Distancia desde el punto de aplicación de la carga donde se toma el momento

	$X =$	0.65 m
$E \leq 2.00$ m	$E =$	1.62 m

CARGA MUERTA	Area (m ²)	Peso (Ton)	Brazo (m)	Momento (Ton.m)
Losa	0.351	0.842	0.65	0.55
Baranda	-	0.300	1.30	0.39
Bordillo	0.081	0.195	1.15	0.22
Carpeta Asfáltica	0.091	0.200	0.65	0.13
TOTAL		1.54		1.29
M (CM) =		1.29 Ton.m/m		
V (CM) =		1.54 Ton		

CARGA VIVA

Tipo de vehiculo =	C40-95
Peso de la rueda trasera = $Q =$	7.5 Ton
Impacto =	38.7 %
Impacto < 30%	
Utilizar	30.0 %
Carga de la rueda mas impacto =	9.75 Ton
M (cv) =	3.01 Ton.m/m
M (cv+i) =	3.91 Ton.m/m
$V (cv) = Q + I / E$	V (cv) = 6.02 Ton

PARA EL GRUPO I		
$M_u = (1.3(CM + 1.67CV))$	MU =	10.17 Ton.m
$V_u = (1.3(CM + 1.67CV))$	VU =	15.07 Ton

REVISION DEL CORTANTE		
	b =	100 cm
	d =	29.37 cm
$V_c = 0.53 \cdot 85 \cdot \text{Raiz}(f_c) \cdot b \cdot d$	Vc =	22136 Kg 22.14 Ton
	Vc > Vu	Cumple

ARMADURA PRINCIPAL		
	b =	100 cm
	d =	29.21 cm
	recubrimiento =	5.00 cm
	f_c =	280 kg/cm ²
	Cuantía mínima =	0.00333
	Cuantía balanceada =	0.02856
	Cuantía máxima =	0.02142
	Mn =	11.30 Ton-m
	m =	17.65
	Rn =	13.25 kg/cm ²
	Rn(max) =	72.97 kg/cm ²
	Cuantía =	0.00325
	As =	9.49 cm ²
	Barra Nº	5
	Diámetro barra =	1.59 cm
	As barra =	1.99 cm ²
	Colocar 1 #5 cada	21 cm
	Superior	15 cm

13. ANÁLISIS Y DISEÑO DE VIGAS

- NÚMERO DE VIGAS

Dado que la experiencia muestra que separaciones de 2.50 m y 3.00 m centro a centro entre vigas, es una solución económica, probamos con estas separaciones. También se recomienda que una separación económica sea aquella en la que el número de vigas supera en uno al número de carriles.

$$\text{No. carriles} = \left\lceil \frac{\text{Ancho Calzada}}{3,65} \right\rceil = \left\lceil \frac{9,40 \text{ m}}{3,65} \right\rceil = 2,57 \approx 3$$

$$\text{No. Vigas} = \left(\frac{\text{Ancho Tablero}}{2.5} \right) \quad \text{ó} \quad \left(\frac{\text{Ancho Tablero}}{3.0} \right)$$

$$\text{No. Vigas} = \left(\frac{12 \text{ m}}{2.5} \right) = 5 \quad \text{ó} \quad \left(\frac{12 \text{ m}}{3.0} \right) = 4$$

Luego para el ancho del tablero del Puente, escogemos 4 vigas.

- ALTURA DE VIGAS

De acuerdo con la tabla A.7-1 del C.C.D.S.P, se tiene que para vigas T para una luz simple:

$$h_{\text{mín}} = 0.07 \times S = 0.07 \times 20 \text{ m} = 1.40 \text{ m}$$

Por tanto, empleamos una altura de 1.40 m.

- ANCHO DE VIGAS

Generalmente se emplea:

$$b_o = \frac{S_v}{7} = \frac{3,00\text{m}}{7} = 0,42 \text{ m} \quad \text{ó} \quad b_o = \frac{S_v}{6} = \frac{3,00\text{m}}{6} = 0,5 \text{ m}$$

Se selecciona un ancho de 0.40 m.

- FACTOR RUEDA

La longitud del voladizo generalmente es la mitad de la separación entre vigas.

$$L_v \leq \frac{S_v}{2}$$

Donde:

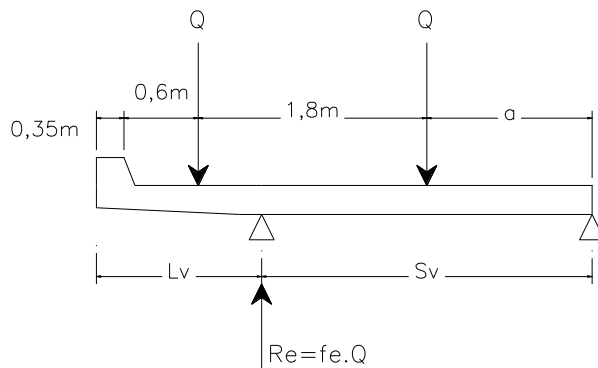
S_v = separación entre ejes de vigas

L_v = longitud del voladizo

f_e = factor de rueda de la viga exterior

f_i = factor de rueda de la viga interior

$$f_i = \frac{S_v}{1,8} \quad \text{para } S_v \leq 3.0$$



El bordillo tiene 0.35m de ancho, la carga de la rueda aplica a 0.60m del bordillo.

Se tiene un ancho fijo total de tablero de 12.0 m, y dado que vamos a usar 4 vigas, se genera un tablero con 2 voladizos y 3 luces intermedias.

$$L_v = \frac{12 - 3 \cdot S_v}{2}$$

$$a = S_v + \left(\frac{12 - 3 \cdot S_v}{2} \right) - 2,75 = \frac{6,5 - S_v}{2}$$

Reemplazo a en Re:

$$Re = \frac{a \cdot Q + (a + 1,8) \cdot Q}{S_v}$$

$$Re = \left(\frac{6,5 - S_v}{2} + 1,80 + \frac{6,5 - S_v}{2} \right) \frac{Q}{S_v}$$

$$Re = \left(\frac{6,5 - S_v + 3,60 + 6,5 - S_v}{2} \right) \frac{Q}{S_v}$$

$$Re = \left(\frac{16,6 - 2 \cdot S_v}{2} \right) \frac{Q}{S_v}$$

$$Re = fe \cdot Q$$

Igualando:

$$fe \cdot Q = \left(\frac{16,6 - 2 \cdot S_v}{2} \right) \frac{Q}{S_v}$$

$$fe = \frac{8,3 - S_v}{S_v}$$

Como fe = fi:

$$\frac{8,3 - S_v}{S_v} = \frac{S_v}{1,8}$$

$$S_v^2 + 1,8 \cdot S_v - 14,94 = 0$$

$$S_v = 3,07 \text{ m}$$

Asumimos un $S_v = 3,00 \text{ m}$

$$L_v = \frac{12 - 3 \cdot S_v}{2} = \frac{12 - (3 \times 3,00 \text{ m})}{2} = 1,50 \text{ m}$$

$$f_e = \frac{8,3 - S_v}{S_v} = \frac{8,3 - 3,00 \text{ m}}{3,00 \text{ m}} = 1,76$$

$$f_i = \frac{S_v}{1,8} = \frac{3,00}{1,8} = 1,67$$

Para aplicar la ecuación simplificada del factor rueda interior, S_v , debe ser menor o igual a 3,0 por lo que los factores rueda son ligeramente diferentes, por lo tanto, realizamos el análisis con los dos y escogemos el más crítico para el diseño.

- EVALUACIÓN DE CARGAS

CARGA MUERTA

Numero de Vigas Exteriores = 2
 Numero de Vigas Interiores = 2

CARGAS COMUNES

Bordillo	$(0.325 \times 0.25 \times 2.4)$	0.195 Ton/m
Anden	(0.44×2.4)	1.06 Ton/m
Barandas	(0.30×3)	0.90 Ton/m
TOTAL		2.15 Ton/m
Carga por Viga =		0.538 Ton/m

CARGAS NO COMUNES

	VIGA INTERNA	VIGA EXTERNA
Alma	$(0.40 \times 1.21 \times 2.4)$ 1.16 Ton/m	$(0.40 \times 1.21 \times 2.4)$ 1.16 Ton/m
Losa	$(0.19 \times 3.00 \times 2.4) + (0.07 \times 3.00 \times 2.2)$ 1.83 Ton/m	$(0.19 \times 2.65 \times 2.4) + (((1.43 \times 0.14) / 2) \times 2.4) + (0.07 \times 2.65 \times 2.2)$ 1.86 Ton/m
TOTAL =	2.99 Ton/m	3.02 Ton/m
P (Riostras Intermedias)	1.26 Ton	P (Riostras Intermedias) 0.63 Ton
RESUMEN DE CARGA		
W (Comunes + No Comunes)	3.53 Ton/m	3.56 Ton/m
MOMENTOS EN EL CENTRO DE LA LUZ		
$M = (WL^2 / 8) + (PL/4)$	182.77 Ton.m	180.96 Ton.m

CARGA VIVA

Momento Maximo en el Centro de la Luz =	150.13 Ton.m / Via de Circulación
a =	0.50 m
Luz de Diseño L =	20 m
Impacto = $16 / (L + 40)$ =	27.00 %
Impacto $\leq 30\%$	27.00 %
Factor Rueda Viga Externa =	1.76
Factor Rueda Viga Interna =	1.67

- RESUMEN DE MOMENTOS

	Abs (m)	Momento C40-95 por Vía de Circulacion (Ton-m)	CV+Impacto (Ton-m)	CARGAS COMUNES		
				Bordillo (Ton-m)	Anden (Ton-m)	Barandas (Ton-m)
	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	29.22	37.10	0.46	2.51	2.14
	2	55.27	70.20	0.88	4.75	4.05
	3	78.17	99.28	1.24	6.73	5.74
	4	97.91	124.35	1.56	8.45	7.20
	5	114.49	145.41	1.83	9.90	8.44
	6	127.92	162.45	2.05	11.09	9.45
	7	138.18	175.49	2.22	12.01	10.24
	8	145.29	184.52	2.34	12.67	10.80
	9	149.24	189.53	2.41	13.07	11.14
CL	10	150.13	190.66	2.44	13.20	11.25
	11	149.24	189.53	2.41	13.07	11.14
	12	145.29	184.52	2.34	12.67	10.80
	13	138.18	175.49	2.22	12.01	10.24
	14	127.92	162.45	2.05	11.09	9.45
	15	114.49	145.41	1.83	9.90	8.44
	16	97.91	124.35	1.56	8.45	7.20
	17	78.17	99.28	1.24	6.73	5.74
	18	55.27	70.20	0.88	4.75	4.05
	19	29.22	37.10	0.46	2.51	2.14
	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

VIGA INTERNA					
CARGAS NO COMUNES			TOTAL MUERTA	VIVA VEHICULAR	MOMENTO ULTIMO
Alma (Ton-m)	Losa (Ton-m)	Riostras (Ton-m)	Comunes+No Comunes (Ton-m)	(CV+Impacto)*FR (Ton-m)	Mu=1.3(CM+1.67CV) (Ton-m)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.04	17.39	0.63	34.16	30.98	111.67
20.91	32.94	1.26	64.79	58.61	211.48
29.62	46.67	1.89	91.89	82.90	299.43
37.17	58.56	2.52	115.46	103.83	375.51
43.56	68.63	3.15	135.50	121.41	439.74
48.79	76.86	3.78	152.01	135.65	492.11
52.85	83.27	4.41	165.00	146.54	532.62
55.76	87.84	5.04	174.45	154.07	561.27
57.50	90.59	5.67	180.37	158.26	578.07
58.08	91.50	6.30	182.77	159.20	583.22
57.50	90.59	5.67	180.37	158.26	578.07
55.76	87.84	5.04	174.45	154.07	561.27
52.85	83.27	4.41	165.00	146.54	532.62
48.79	76.86	3.78	152.01	135.65	492.11
43.56	68.63	3.15	135.50	121.41	439.74
37.17	58.56	2.52	115.46	103.83	375.51
29.62	46.67	1.89	91.89	82.90	299.43
20.91	32.94	1.26	64.79	58.61	211.48
11.04	17.39	0.63	34.16	30.98	111.67
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

VIGA EXTERNA					
CARGAS NO COMUNES			TOTAL MUERTA	VIVA VEHICULAR	MOMENTO ULTIMO
Alma (Ton-m)	Losa (Ton-m)	Riostras (Ton-m)	Comunes+No comunes (Ton-m)	(CV+Impacto)*FR (Ton-m)	Mu=1.3(CM+1.67CV) (Ton-m)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.04	17.64	0.32	34.10	32.65	115.21
20.91	33.42	0.63	64.64	61.77	218.14
29.62	47.35	0.95	91.63	87.36	308.78
37.17	59.42	1.26	115.06	109.43	387.14
43.56	69.63	1.58	134.93	127.96	453.20
48.79	77.98	1.89	151.25	142.96	506.99
52.85	84.48	2.21	164.01	154.43	548.48
55.76	89.12	2.52	173.21	162.37	577.69
57.50	91.91	2.84	178.86	166.79	594.62
58.08	92.84	3.15	180.96	167.78	599.49
57.50	91.91	2.84	178.86	166.79	594.62
55.76	89.12	2.52	173.21	162.37	577.69
52.85	84.48	2.21	164.01	154.43	548.48
48.79	77.98	1.89	151.25	142.96	506.99
43.56	69.63	1.58	134.93	127.96	453.20
37.17	59.42	1.26	115.06	109.43	387.14
29.62	47.35	0.95	91.63	87.36	308.78
20.91	33.42	0.63	64.64	61.77	218.14
11.04	17.64	0.32	34.10	32.65	115.21
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

- DISEÑO A FLEXIÓN

Se realiza el diseño a flexión de la viga exterior, dado que su análisis indica que es la más crítica, este diseño aplicará a todas las vigas y se tomará como tipo.

Diseño en el Centro de la Luz

DATOS			DIMENSIONAMIENTO	
Concreto	f_c	280 kg/cm ²		TABLA A.7.1 TABLA A.7.1
$E = 12500 \sqrt{f_c}$	E_c	209165 kg/cm ²		
Acero	F_y	4200 kg/cm ²		
Recubrimiento	d'	5.0 cm		
Luz de calculo	S	20.00 m		
Espesor de la placa		0.19 m		
Espesor carpeta asfáltica	e	0.07 m		
Altura mínima de las vigas T	Ts	0.19 m		
Diametro varilla	h	1.40 m		
Ancho del Alma minimo	Db	0.0254 m		
Ancho del alma escogido	Bw	0.32 m	Inercia $I_g = 18217255 \text{ cm}^4$	
Separacion entre centro de vigas	Sv	3.00 m		
Separacion libre entre vigas	Sp	2.60 m		
Be (el menor)				
	L/4	5.00 m		
	(12*Ts)+Bw	2.68 m		
	Sv	3.00 m		
	Usar para Analisis	2.68 m		
	Usar para Evaluacion de Cargas	3.00 m		

DISEÑO DE LA VIGA POR FLEXION

$\mu = 599.49 \text{ Ton.m}$
 $f_i = 0.85$
 $f_c = 0.28 \text{ Ton/cm}^2$
 $F_y = 4.20 \text{ Ton/cm}^2$
 $t = 19.00 \text{ cm}$
 $d = 130.11 \text{ cm}$
 $b_e = 268.00 \text{ cm}$
 $M_n = \mu / 0.9 = 666.10 \text{ Ton.m}$

$A_s = \mu / (\phi * F_y (d - t/2))$
 $A_c = (F_y * A_s) / (0.85 * F_c)$
 $a = A_c / b$
 $z = d - a/2$
 $M_n = \mu / \phi$
 $A_s = M_n / (F_y * z)$

z (cm)	A _s cm ²	A _c cm ²	a (cm)
	139.23	2456.98	9.168
125.53	109.95	1940.30	7.240
126.49	108.44	1913.64	7.140
126.54	108.36	1912.27	7.135
126.54	108.36	1912.20	7.135
126.54	108.36	1912.20	7.135
126.54	108.36	1912.20	7.135
126.54	108.36	1912.20	7.135

Filas	Cant. Barra	Barra Nº	A _s cm ²	Diam. (cm)
1	13	8	5.07	2.54
2	12	8	5.07	2.54
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0

$A_s = 126.75 \text{ cm}^2$
 $y = 9.89 \text{ cm}$
 $d = 130.11 \text{ cm}$

$A_{s(\text{real})} = 126.75 \text{ cm}^2$
 $a = 8.35 \text{ cm}$
 $M_n = 670.43 \text{ Ton.m}$ **Bien**

CHEQUEO DE LA CUANTIA MAXIMA

$E_s = 2040000 \text{ kg/cm}^2$
 $\epsilon_c = 0.00330$
 $\epsilon_y = 0.00206$
 $c = 80.12 \text{ cm}$
 $\beta_1 = 0.85$
 $a = \beta_1 * c = 68.10 \text{ cm}$
 $A_c = 7056.19 \text{ cm}^2$
 $C = 0.85 * F_c * A_c = 1679.37 \text{ Ton}$
 $T_{\text{máx}} = 0.75 * C = 1259.53 \text{ Ton}$
 $T_{\text{actual}} = A_s * F_y = 532.35 \text{ Ton}$ **Cumple**

CHEQUEO DE LA CUANTIA MINIMA A FLEXION

$\text{Eje Neutro} = 96.39 \text{ cm}$
 $I = 18217255 \text{ cm}^4$
 $f_r = 33.132$
 $M_{cr} = (f_r * I) / \text{Eje neutro} = 62.62 \text{ Ton.m}$
 $1.2 * M_{cr} = 75.14 \text{ Ton.m}$
 $\mu / 0.9 = 666.10 \text{ Ton.m}$
 $(\mu / 0.9) \geq 1.2 M_r$ **Cumple**

CHEQUEO DE ESFUERZOS POR FATIGA

$n = E_s / E_c = 9.75$
 $\text{Posible eje neutro}$
 $B_e * (y^2/2) = n A_s (d - y)$
 $y = 30.33 \text{ cm}$
 $\text{Obtencion de la seccion homogenea}$
 $A_t = n A_s = 1235.81 \text{ cm}^2$
 $d = 130.11 \text{ cm}$
 $I_{cr} = (B_e * y^3) / 3 + (n * A_s * (d - y)^2)$
 $I_{\text{crítica}} = 14796481 \text{ cm}^4$
 $\text{Esfuerzo maximo} = (\text{viva} + \text{impact.})$
 $f_{\text{max}} = 1103.14 \text{ kg/cm}^2$
 $\text{Esfuerzo minimo} = (\text{muerta})$
 $f_{\text{min}} = 1189.78 \text{ kg/cm}^2$
 $\text{RANGO DE ESFUERZOS}$
 $f_f = 1470 - 0.33 * f_{\text{min}} + 560 * (r/h)$
 $f_f = 1262.17 \text{ kg/cm}^2$ **Cumple**

Diseño Metro a Metro

DISEÑO POR RESISTENCIA ÚLTIMA

BASE	b	268 cm
	β_1	0.85
CONCRETO	f_c	280 kg/cm ²
ACERO	F_y	4200 kg/cm ²
	m	17.65
Cuántia balanceada	ρ_{bal}	0.0286
Cuántia mínima	ρ_{min}	0.0019
Cuántia máxima	ρ_{max}	0.0214

MOMENTOS ÚLTIMOS

Ordenada (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mu (Ton-m)	0.00	115.21	218.14	308.78	387.14	453.20	506.99	548.48	577.69	594.62	599.49
Mn (Ton-m)	0.00	128.02	242.38	343.09	430.15	503.56	563.32	609.43	641.88	660.68	666.10
Altura (H) (cm)	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
(d' cm)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
d (cm)	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000
Rn (Kg/cm ²)	0.00	2.83	5.35	7.58	9.50	11.12	12.44	13.46	14.17	14.59	14.71
Rn(max) (kg/cm ²)	72.97	72.97	72.97	72.97	72.97	72.97	72.97	72.97	72.97	72.97	72.97
Rn(max) < Rn	Simple Armd	Simple Armd	Simple Armd	Simple Armd	Simple Armd	Simple Armd	Simple Armd	Simple Armd	Simple Armd	Simple Armd	Simple Armd
Cuántia sección	0.000000	0.000677	0.001289	0.001833	0.002308	0.002712	0.003043	0.003300	0.003481	0.003587	0.003617
As(cm ²)	0.00	23.59	44.90	63.87	80.42	94.49	106.02	114.96	121.29	124.96	126.02
Diámetro Refuerzo	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Cantidad	0.00	5.00	9.00	13.00	16.00	19.00	21.00	23.00	24.00	25.00	25.00

ANÁLISIS DE CUANTIA MÍNIMA

ABSCISA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mn = (Mu/0.90) Ton.m	0.00	128.02	242.38	343.09	430.15	503.56	563.32	609.43	641.88	660.68	666.10
Mcr (Ton.m)	62.62	62.62	62.62	62.62	62.62	62.62	62.62	62.62	62.62	62.62	62.62
1.2 Mcr	75.14	75.14	75.14	75.14	75.14	75.14	75.14	75.14	75.14	75.14	75.14
(Mu/0.9) ≥ 1.2 Mr		Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

- DISEÑO A ESFUERZO DE CORTE

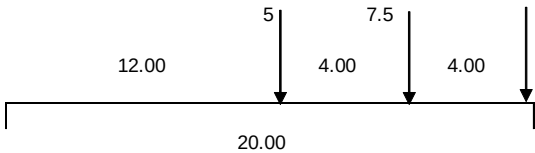
CORTANTE POR CARGA MUERTA		
En el apoyo	$V (CM) =$	35.90 Ton
CORTANTE POR CARGA VIVA		
En el apoyo	FR =	1.76
	$V (CV) \text{ anden} =$	0.00 Ton
	$V (CV) =$	22.20 Ton
	$V (CV+I) =$	28.19 Ton
	$V (CV+I)+(V(CV) \text{ anden}) =$	28.19 Ton
		Fr = 1.76
		
CORTANTE ÚLTIMO PARA EL GRUPO I		
	$V_u =$	107.9 Ton

Diagrama de Cortante Carga Muerta (Comunes + No Comunes)

Unidades (Ton)

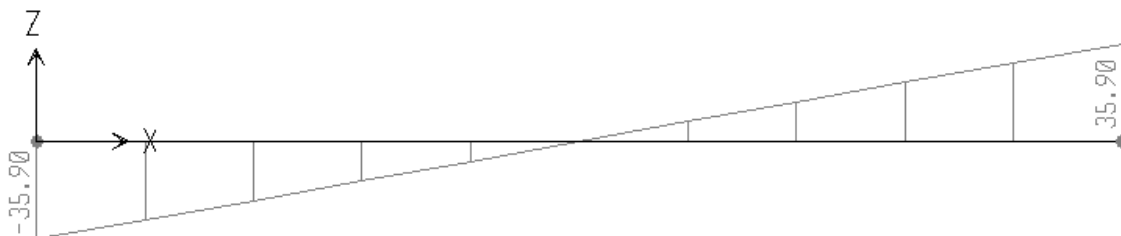
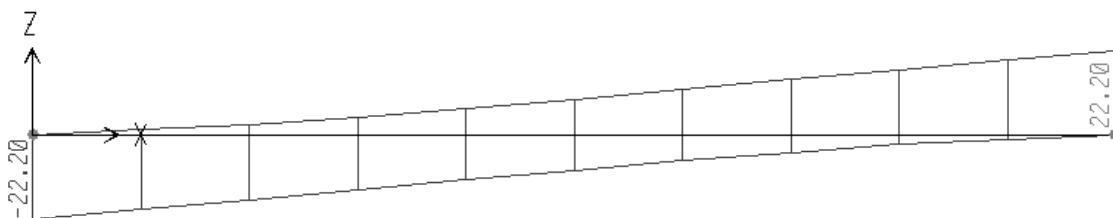


Diagrama de Cortante Carga Viva (Con Factor Rueda) Sin Impacto.

Unidades (Ton)



Envolvente de Cortantes

ENVOLVENTE DE CORTANTES

$f'c =$	280	kg/cm ²	$s \text{ máx} =$	60.0	cm	Separación máxima de estribos
$F_y =$	4200	kg/cm ²				$s = d/2$ 65.1 cm
Longitud =	20	m				$s =$ 60.0 cm
Impacto =	27.0	%				
$d =$	130.11	cm				

Abs. (m)	V(cv)+FR (Ton)	V(cv+I) (Ton)	V(Permanente) (Ton)	Vu=1.3*(V(Permanente)+ (1.67 V(cv+I)))	Vn Ton	Vc Ton	Vs Ton	Av cm ²	Sep máx (cm)	Cant $\phi = 1/2"$	Sep (cm)
0	22.20	28.19	35.90	107.88	126.92	46.16	80.76	2.54	60	6	17
1	20.91	26.56	32.33	99.68	117.27	46.16	71.12	2.54	60	5	20
2	19.62	24.92	28.77	91.50	107.64	46.16	61.49	2.54	60	4	23
3	18.34	23.29	25.22	83.35	98.06	46.16	51.91	2.54	60	4	27
4	17.05	21.65	21.66	75.17	88.43	46.16	42.28	2.54	60	3	33
5	15.77	20.03	18.10	67.01	78.84	46.16	32.68	2.54	60	2	42
6	14.48	18.39	14.54	58.83	69.21	46.16	23.05	2.54	60	2	60
7	13.20	16.76	10.98	50.67	59.61	46.16	13.45	2.54	60	2	60
8	11.91	15.13	7.43	42.50	50.00	46.16	3.84	2.54	60	2	60
9	10.63	13.50	3.87	34.34	40.40	46.16	-5.76	2.54	60	2	60
10	9.35	11.87	0.00	25.78	30.33	46.16	-15.83	2.54	60	2	60
11	10.63	13.50	3.87	34.34	40.40	46.16	-5.76	2.54	60	2	60
12	11.91	15.13	7.43	42.50	50.00	46.16	3.84	2.54	60	2	60
13	13.20	16.76	10.98	50.67	59.61	46.16	13.45	2.54	60	2	60
14	14.48	18.39	14.54	58.83	69.21	46.16	23.05	2.54	60	2	60
15	15.77	20.03	18.10	67.01	78.84	46.16	32.68	2.54	60	2	42
16	17.05	21.65	21.66	75.17	88.43	46.16	42.28	2.54	60	3	33
17	18.34	23.29	25.22	83.35	98.06	46.16	51.91	2.54	60	4	27
18	19.62	24.92	28.77	91.50	107.64	46.16	61.49	2.54	60	4	23
19	20.91	26.56	32.33	99.68	117.27	46.16	71.12	2.54	60	5	20
20	22.20	28.19	35.90	107.88	126.92	46.16	80.76	2.54	60	6	17

14. DISEÑO NEOPRENO

DATOS	
Reaccion por carga muerta	35.90 Ton
Reaccion por carga viva	22.20 Ton
Fuerza de Frenado Horizontal	1.110 Ton
Fuerza de Sismo horizontal	3.590 Ton
Luz de calculo	20.00 m
Temperatura	30 °C
Coefficiente de dilatacion Termica	0.00001080
Modulo de cortante del elastomero G=	11.50 kg/cm ²
Factor modificador b=	1.40 Capas externas
Fy=	3520 kg/cm ²
DUREZA	60
ROTACION EN RADIANES POR CARGA DE SERVICIO	
Rot=	0.002800 rad
CALCULO DEL DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	
DEFORMACION POR TEMPERATURA	0.648 cm
DEFORMACION POR FRAGUADO	0.400 cm
Las Normas no Contemplan requisitos para desplazamientos ante las fuerzas de frenado y de sismo; dada la insertidumbre, se calculan los desplazamientos generados por el sismo de la superestructura y el frenado de los vehiculos, esto supera lo propuesto por el AASHTO, que recomienda aumetar los desplazamientos de temperatura y fraguado en un 20%.	
RIGIDEZ LATERAL DEL NEOPRENO	
$K = W * L * G / T$ $= 3232.9317 \text{ Kg/cm}$	
La deformacion del neopreno por sismo la reducimos, en medida que los topes sismicos diseñados, fueron analizados para tomar la totalidad de la fuerza de sismo, dado adjudicamos solo el 40% del desplazamiento al Neopreno.	
DEFORMACION POR SISMO	0.444 cm
DEFORMACION POR FRENADO	0.172 cm
DIMENSIONAMIENTO	
Espesor Total	hrt
Espesor de cada capa	hri
Numero de capas interiores del elastomero	n
Numero de capas exteriores de elastomero	n2
DS= Movimiento maximo longitudinal del apoyo.	
ΔS =	1.66 cm
2ΔS =	3.33 cm
hrt =	5.2 cm
hri =	1.30 cm
n2	2
n =	2
T ≥ 2ΔS	Cumple

TAMAÑO DEL APOYO CON BASE EN EL ESFUERZO A COMPRESION				
Para apoyos reforzados con acero	P(total)=	58100.00	kg	
Suponiendo base cuadrada	de donde L*W=	830.00	cm ²	
	L=W=	28.81	cm	
DIMENSIONES ADOPTADAS				
Sentido Normal al eje longitudinal de Puente	W=	35	cm	
	L=	40	cm	
FACTOR DE FORMA DE UNA CAPA DEL APOYO				
$S = (L*W) / (2hri*(L+W))$	S =	7.18		
$\sigma_c(tl) = P(\text{total}) / (L*W) \leq 70 \text{ kg/cm}^2$	$G*S/\beta =$	58.97	kg/cm ²	Cumple
ESFUERZO A COMPRESION				
$\sigma_c \geq \sigma_c(tl)$	$\sigma_c =$	41.50	kg/cm ²	Cumple
DEFORMACION INSTANTANE POR COMPRESION				
Factor de forma=	7.18			
Capas interiores $\epsilon_{ci} =$	0.036			TABLA A.10,4,1,2B
Factor de forma $= S/\beta =$	5.13			
Capas exteriores $\epsilon_{cie} =$	0.041			TABLA A.10,4,1,2B
$(\epsilon_{ci}*n) + (\epsilon_{cie}*n2) =$	0.1540			
$\Delta c = \text{suma deformaciones unitarias}*(hri) =$	0.2002	cm		
Deformacion permisible 0,07 t=	0.364	cm		
CAPACIDAD MAXIMA A LA ROTACION				
$\alpha > \text{rotación calculada}$	$\alpha = \Delta c*2/L =$	0.01001	rad	Cumple
CHEQUEO DE LA ESTABILIDAD DEL APOYO				
El espesor total del apoyo no debe exeder el menor valor				
	L/3=	13.33	cm	Cumple
	W/3=	11.67	cm	
REFUERZO				
A.10,2,2,2,6				
El espesor del refuerzo (hs), debe satisfacer:				
	$hs \geq (1,5*(hr1+hr2)s,tl)/fy$			
	=	0.051267483		
	$hs \geq (1,5*(hr1+hr2)\sigma,LL)/1650$			
	=	0.050814545		
RESUMEN				
CAPAS INTERIORES	Numero=	2	Espesor=	1.30 cm
CAPAS EXTERIORES	Numero=	2	Espesor=	0.74 cm
REFUERZO DE ACERO	Numero=	3	Espesor=	0.30 cm
			Espesor Total=	5.0 cm

15. DISEÑO LOSA DE APROXIMACION

Momento por Carga Viva

$$\begin{aligned} M &= 1.4S \\ S &= 3.00 \text{ m} \\ M &= 4.20 \text{ Ton.m} \end{aligned}$$

Carga Muerta

$$W \text{ (Muerta)} = \frac{0.60 \text{ Ton/m}^2}{0.60 \text{ Ton/m}^2}$$

$$M \text{ (Carga Muerta)} = 0.68 \text{ Ton.m}$$

MOMENTO ÚLTIMO

$$\begin{aligned} Mu &= 1.3 [M_{cm} + (M_{cv}(1.67))] \\ Mu &= 9.99 \text{ Ton.m} \end{aligned}$$

DISEÑO POR RESISTENCIA ULTIMA

BASE	b	100 cm
	β_1	0.85
CONCRETO	f'_c	210 kg/cm ²
ACERO	F_y	4200 kg/cm ²
	m	23.53
Cuantía balanceada	ρ_{bal}	0.0214
Cuantía mínima	$\rho_{mín}$	0.0018
Cuantía máxima	$\rho_{máx}$	0.0161

MOMENTOS ULTIMOS

	REFUERZO
Mu (Ton-m)	9.99
Mn(Ton-m)	11.10
Espesor(H) (cm)	25
Recubrimiento (d' cm)	5.0
d (cm)	19.206
Rn (Kg/cm ²)	30.10
Rn(max) (kg/cm ²)	54.73
Rn(max)<Rn	simple armd
Cuantía sección	0.007900
$\rho_{max} > \rho > \rho_{min}$	Cumple
As(cm ²)	15.17
DIAMETRO REFUERZO	5
Cantidad	7.67
Separacion	13

Colocar 1 Ø 5/8" cada 0.10 m

ARMADURA DE DISTRIBUCION

Para garantizar la distribución de las cargas concentradas, se debe colocar transversalmente, en la cara inferior de la losa, un porcentaje de refuerzo para momento inferior dado por:

$$\% \leq 55/\text{raiz}(S) \leq 50\% \quad 31.75 \% \quad A.4.2.2.2.4$$

$$\begin{aligned} \text{Luego} \quad As(\text{requerido}) &= 4.70 \text{ cm}^2 \\ \text{Barra N}^\circ &= 4 \\ \text{Diámetro barra} &= 1.27 \text{ cm} \\ As \text{ barra} &= 1.27 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 1 } \varnothing 1/2" \text{ cada} &= 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

ARMADURA POR TEMPERATURA

$$\begin{aligned} As(\text{mínimo}) &= 3.00 \text{ cm}^2 \\ \text{Barra N}^\circ &= 4 \\ As &= 1.27 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 1 } \varnothing 4" \text{ cada} &= 40 \text{ cm} \end{aligned}$$

16. DISEÑO DE BARANDA

BARRERA VEHICULAR

Metodo de los esfuerzos admisibles - CCDSP /95

Materiales:

Acero ASTM A709 Grado 36

$$F_y = 3241 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_u = 4080 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzos Admisibles:

$$F_b = 0.66F_y = 2139 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_v = 0.33F_y = 1070 \text{ kg/cm}^2$$

Separación de postes: 2.00 m

Area de secciones:

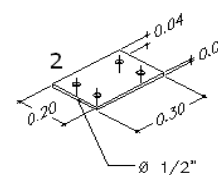
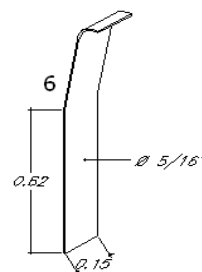
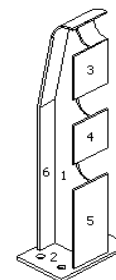
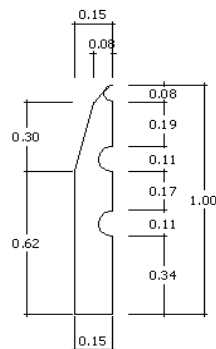
$$\text{Elemento horizontal A} = 9.64 \text{ cm}^2 \quad \text{Ø4"} \times 1.5\text{mm}$$

$$\text{Poste A} = 33.31 \text{ cm}^2 \quad \text{I}$$

Modulos de secciones:

$$\text{Elemento horizontal S} = 99.46 \text{ cm}^3 \quad \text{Ø4"} \times 1.5\text{mm}$$

$$\text{Poste S} = 221.73 \text{ cm}^3 \quad \text{I}$$



Diseño de elementos:

Acciones en el elemento horizontal

$$P = 4540 \text{ kg}$$

$$M = 0.57 \text{ t-m}$$

$$V = 1.14 \text{ t}$$

$$f_b = 571 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{CUMPLE}$$

$$f_v = 118 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{CUMPLE}$$

$$\text{Esfuerzos combinados} = 0.29 \quad \text{CUMPLE}$$

Acciones en el poste:

$$h = 100 \text{ cm}$$

$$c = 1.35$$

$$M = 4.08 \text{ t-m}$$

$$V = 6.00 \text{ t}$$

$$P_{min} = 0.12 \text{ t}$$

$$f_b = 1840 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{CUMPLE}$$

$$f_v = 180 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{CUMPLE}$$

$$\text{Esfuerzos combinados} = 0.88 \quad \text{CUMPLE}$$

Uniones soldadas:

Tipo de soldadura: E70XX

$$F_v = 0.27F_u = 1323 \text{ kg/cm}^2$$

Union en Elemento horizontal:

$$\text{Diametro externo} = 10.00 \text{ cm}$$

Cordon de soldadura propuesto:

$$5/16 \text{ \"}$$

$$f_b = 1180 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_v = 64 \text{ kg/cm}^2$$

$$R = 1182 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{CUMPLE}$$

Union en Poste:

$$h = 15.0 \text{ cm}$$

$$b = 15.0 \text{ cm}$$

$$I_{sol} = 4016 \text{ cm}^4$$

Cordon de soldadura propuesto:

$$3/16 \text{ \"}$$

$$f_b = 762 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_v = 420 \text{ kg/cm}^2$$

$$R = 870 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{CUMPLE}$$

PLACA PARA BASE DE COLUMNAS - ESFUERZOS ADMISIBLES:

Materiales:

Tipo de Acero:	A-36
Fy, kg/cm ² =	2530
Fu, kg/cm ² =	4080
Fb, kg/cm ² =	1670
Fv, kg/cm ² =	835

Acciones:

P, t	0.57
Mxx, t-m (N)	4.08
P, kg	566
Mxx, kg-cm (N)	408000

Esfuerzos bajo placa:

B, cm	30
N, cm	20
A1, cm ²	600
$P/A1 + 6Mxx/(BN^2)$	204.94
$P/A1 + 6Mxx/(BN^2)$	-203.06

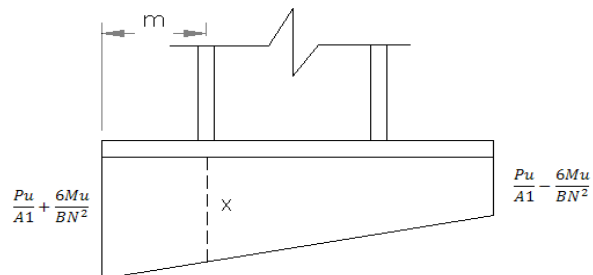
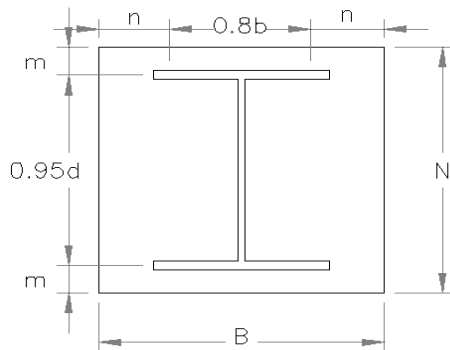
Espesor de la placa, tb:

Espesor Propuesto =	1.27 cm
b, cm	15
d, cm	17
n, cm	9
m, cm	1.925
x, kg/cm ²	185.22
V, kg	11266
Mx, kg-cm	10320

Esfuerzos en la placa:

fb, kg/cm ² =	1280
fv, kg/cm ² =	296
Esfuerzos combinados=	0.84

CUMPLE



17. DISEÑO ESTRIBO

Se presenta un estribo apoyado sobre cuatro pilotes de 1.20 metros de diámetro y 15.0 metros de profundidad. Las cargas debidas al sismo se trasmiten al estribo por los apoyos. Se aplican en el centro de gravedad de las vigas.

TIPOS DE CARGA

- DE LA SUPERESTRUCTURA

- Muerta $P = 35.90$ Ton por viga

- Viva $P = 22.20$ Ton por viga

- Frenado

5% de la carga viva en sentido paralelo a las vigas.

$$F(\text{frenado}) = 0.05 * 22.20 \text{ Ton} = 1.11 \text{ Ton}$$

- Sismo Superestructura Y

$$F_{sy} = P(\text{muerta}) * A_a$$

$$F_{sy} = 35.90 \text{ Ton} * 0.10 = 3.590 \text{ Ton}$$

- Muerta Superestructura (sentido Z)

$$F_{mz} = 35.90 \text{ Ton}$$

- Viva Superestructura (sentido Z)

$$F_{vz} = 22.20 \text{ Ton}$$

Aplicadas en los apoyos de las vigas sobre el estribo

- DE LA INFRAESTRUCTURA

- Viva (no aplica, se usa placa de acceso).

- Empujes de Relleno

- Sismo Inercial de la Estructura y del Relleno.

DATOS GEOTÉCNICOS

Peso Específico del Terreno $\gamma = 2.0 \text{ Ton/m}^3$
Peso Específico del Concreto $\gamma = 2.4 \text{ Ton/m}^3$

$i = 0^\circ$
 $\tan(i) = 0.0000$
 $\gamma = 2.0^\circ$
 $\phi = 30^\circ$
 $\delta = 0^\circ$
 $\beta = 0.00^\circ$
 $\theta = 2.862^\circ$
 $Aa = 0.10$
 $Kh = Aa/2 = 0.05$

DATOS PARA CALCULO DE EMPUJE Y EFECTO SÍSMICO**EMPUJE LATERAL ESTÁTICO**

$Ka = 0.330$

EMPUJE DINÁMICO

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \beta - \theta)}{\gamma_{AE} \cos^2 \theta \cos(\beta + \delta + \theta)}$$

$\Psi_{AE} = 2.184$

$K_{AE} = 0.364$

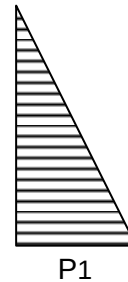
$K_E = (K_{AE} - K_a) = 0.034$

$$F_{AE} = \left[1 + \sqrt{\frac{\tan(\phi + i) \tan(\phi - i - \theta)}{\cos(\beta + \delta + \theta) \cos(i - \beta)}} \right]$$

DIAGRAMAS DE PRESIONES

- **Empuje Estático del Relleno:**

- Peso Específico del Relleno = 2.0 Tn/m^3
- Coeficiente de presión Activa $K_a = 0.33$
- Altura del Muro $Z = 8.00 \text{ m}$
- $P_1 = 2.0 \text{ Ton/m}^3 * 0.33 * 8.00 \text{ m} = 5.280 \text{ Ton/m}^2$



- **Empuje Pseudoestático del Relleno:**

- Peso Específico del Relleno = 2.0 Ton/m^3
- $K_E = 0.034$
- Altura del Muro $Z = 8.00 \text{ m}$
- $P_2 = 2.0 \text{ Ton/m}^3 * 0.034 * 8.00 \text{ m} = 0.544 \text{ Ton/m}^2$



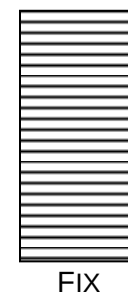
- **Empuje Inercial del Muro (sismo muro Y)**

- Espesor del Vástago = 0.65 m
- $F_{IY} = 0.80 \text{ m} * 2.4 \text{ T/m}^2 * (0.10/2) = 0.096 \text{ Ton/m}^2$



- **Empuje Inercial de las Aletas (sismo aletas X)**

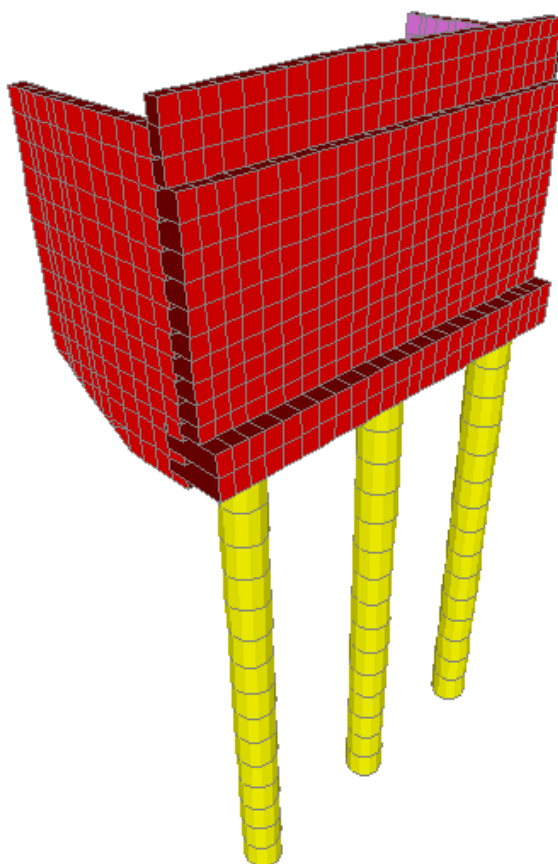
- Espesor de las Aletas = 0.35 m
- $F_{IX} = 0.35 \text{ m} * 2.4 \text{ T/m}^2 * (0.10/2) = 0.042 \text{ Ton/m}^2$



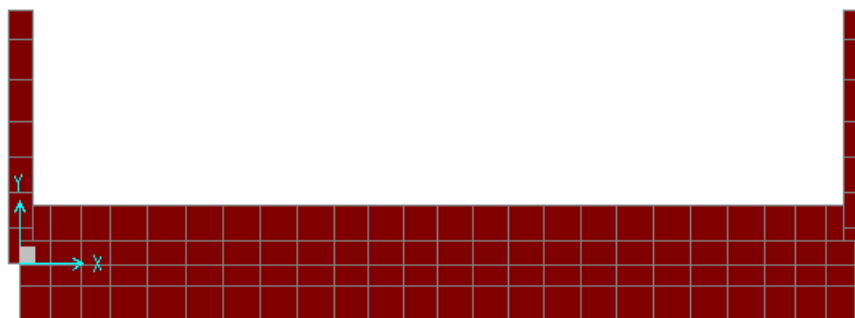
- **Relleno Vertical:**

- Dado que no se cuenta con zarpa que contenga el relleno, no aplica la inercia del relleno como fuerza horizontal.

- **MODELO 3D ESTRIBO**



- **PLANTA ESTRIBO**



- **COMBINACIONES DE DISEÑO ESTRIBO**

- ***Estados de Carga***

- Peso Propio (Modelado)
- Frenado
- Sismo Superestructura Y
- Muerta Superestructura
- Viva Superestructura
- Empuje Estático del Relleno
- Empuje Pseudoestático del Relleno
- Fuerza Inercial Muro en Y
- Fuerza Inercial Aletas en X
- Relleno Vertical
- Empuje Inercial del Relleno

GRUPO I-A

- | | |
|-------------------------------|------|
| - Peso Propio (Modelado) | 1.30 |
| - Relleno Vertical | 1.30 |
| - Empuje Estático del Relleno | 1.70 |
| - Muerta Superestructura | 1.30 |
| - Viva Superestructura | 2.17 |
| - Frenado | 2.17 |

GRUPO I-B

- | | |
|---------------------------|------|
| - Peso Propio (Modelado) | 1.30 |
| - Relleno Vertical | 1.30 |
| - Empuje Relleno Estático | 1.70 |
| - Muerta Superestructura | 1.30 |

GRUPOI-C

-	Peso Propio (Modelado)	1.30
-	Relleno Vertical	1.30
-	Empuje Relleno Estatico	1.70

GRUPOVII-A

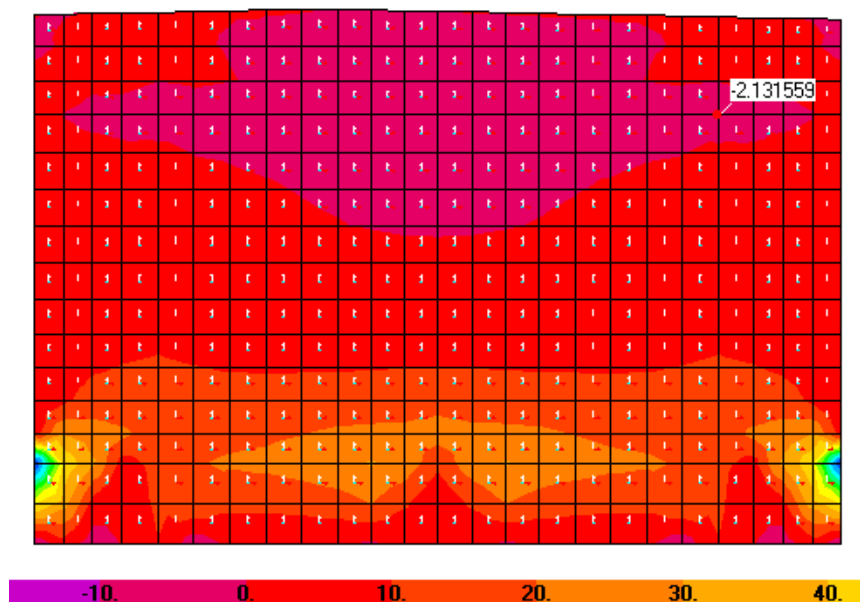
-	Peso Propio (Modelado)	1.00
-	Relleno Vertical	1.00
-	Empuje Relleno Estatico	1.00
-	Muerta Superestructura	1.00
-	Sismo Muro en Y	1.00
-	Empuje Pseudoestático del Relleno	1.30
-	Inercial Relleno	1.00
-	Sismo Superestructura Y	1.00

GRUPOI-SERVICIO

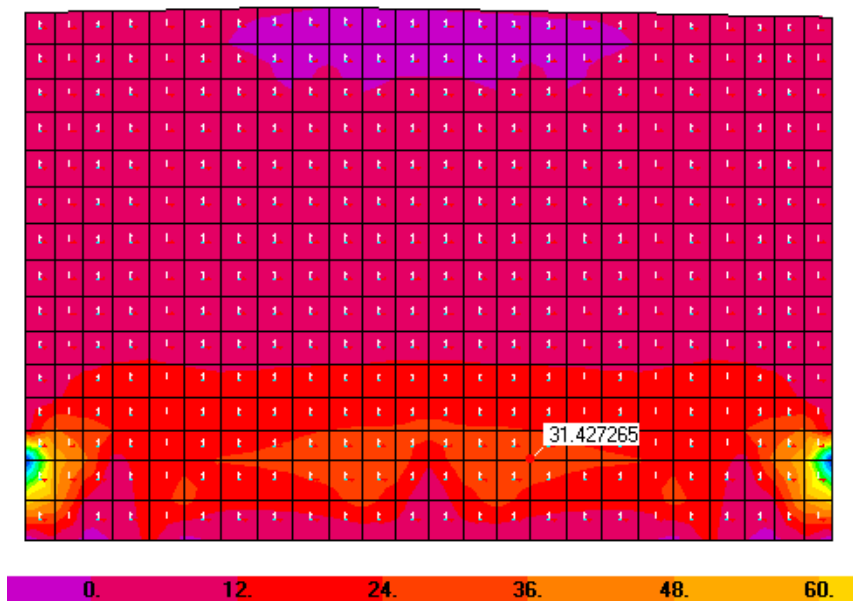
-	Peso Propio (Modelado)	1.00
-	Relleno Vertical	1.00
-	Empuje Relleno Estatico	1.00
-	Muerta Superestructura	1.00
-	Viva Superestructura	1.00
-	Frenado	1.00

VÁSTAGO

ENVOLVENTE DE MOMENTOS ÚLTIMOS MÍNIMOS VERTICALES (Ton.m/m) – Externo

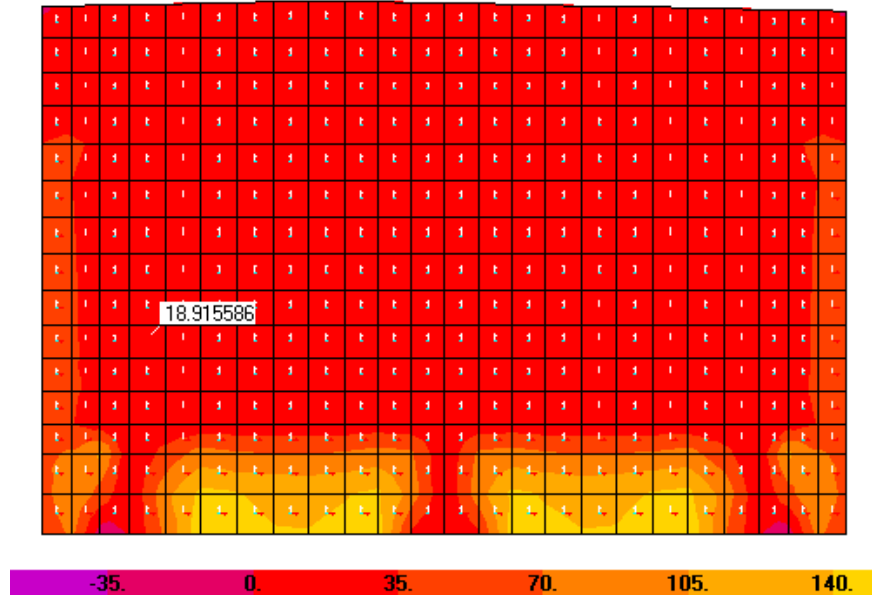


ENVOLVENTE DE MOMENTOS ÚLTIMOS MÁXIMOS VERTICALES (Ton.m/m) – Interno



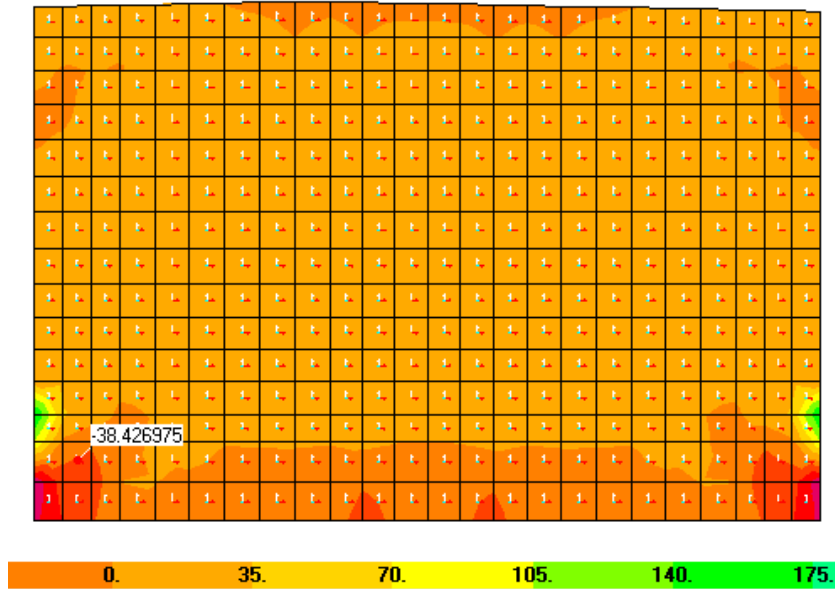
VÁSTAGO

ENVOLVENTE DE MOMENTOS ÚLTIMOS MÁXIMOS HORIZONTALES (Ton.m/m) – Interno



VÁSTAGO

ENVOLVENTE DE CORTANTE ÚLTIMOS SENTIDO CORTO (Ton)



$$V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 100 \times 75$$

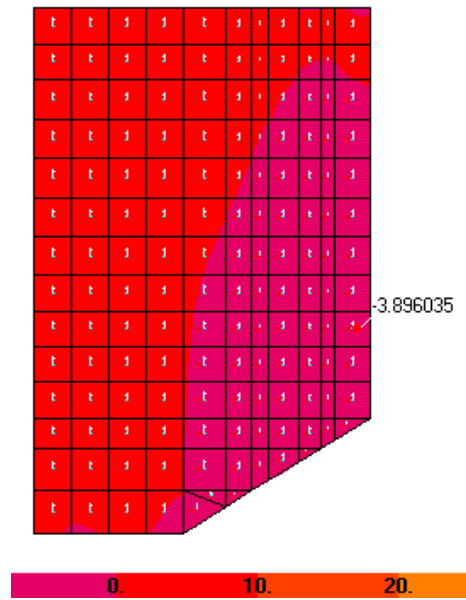
$$V_c = 48.96 \text{ Ton}$$

$$V_u = 38.42 \text{ Ton}$$

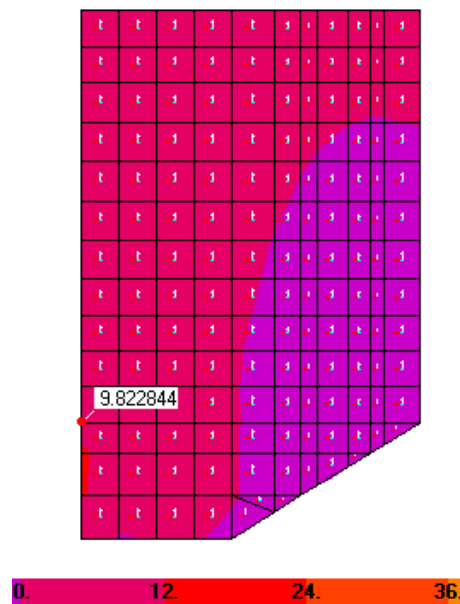
$$V_c > V_u \quad \text{Cumple}$$

ALETAS

ENVOLVENTE DE MOMENTOS ÚLTIMOS MÍNIMOS VERTICALES (Ton.m/m) - Externo

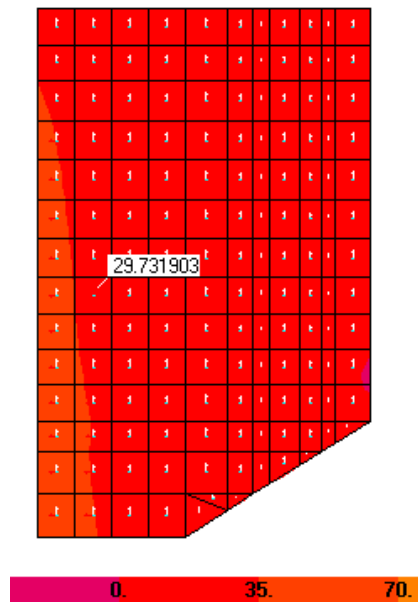


ENVOLVENTE DE MOMENTOS ÚLTIMOS MÁXIMOS VERTICALES (Ton.m/m) – Interno



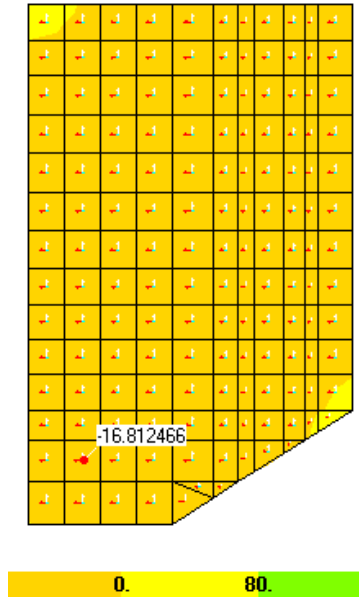
ALETAS

ENVOLVENTE DE MOMENTOS ÚLTIMOS MÁXIMOS HORIZONTALES (Ton.m/m) - Interno



ALETAS

ENVOLVENTE DE CORTANTE ÚLTIMOS SENTIDO CORTO (Ton)



$$V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 100 \times 28$$

$$V_c = 18.30 \text{ Ton}$$

$$V_u = 16.81 \text{ Ton}$$

$$V_c > V_u \quad \textbf{Cumple}$$

DISEÑO VÁSTAGO

REFUERZO EXTERIOR SENTIDO VERTICAL

ALTURA	H	80.0 cm
RECUBRIMIENTO	d'	5.00 cm
BASE	bw	100 cm
	d	75.00 cm
Inercia	I	4266667 cm ⁴
	β_1	0.85
CONCRETO	f _c	210 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	$E_c = 12500 \sqrt{f_c}$	181142 kg/cm ²
ACERO	f _y	4200 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	E _s	2040000 kg/cm ²
ACERO CORTANTE	f _{ys}	4200 kg/cm ²
MOMENTO ULTIMO	M _u	2.13 Ton.m
	M _n	2.37 Ton.m
	m	23.53
	R _n	0.42 kg/cm ²
	R _n (max)	54.73 kg/cm ²
	R _n < R _n (max)	

SIMPLEMENTE REFORZADA

Cuantia Balanceada	ρ_{bal}	0.02142
Cuantia Mínima	$\rho_{mín}$	0.00190
Cuantia Máxima	$\rho_{máx}$	0.01607
Cuantia Calculada Sección	$\rho_{calculada}$	0.00010
	$\rho \geq \rho_{mín}$	NO
	$\rho \leq \rho_{máx}$	SI
	$\epsilon_y = f_y/E_s$	0.00206
	$\epsilon_c =$	0.00300
	C _b =	44.48 cm
	a(balanceado) = C _b * β_1 =	37.81 cm
	a(max) = 0,75 a(bal) =	28.35 cm
	c(max) = 0,75*C _b =	33.36 cm
CUANTIA DE DISEÑO	$\rho =$	0.00190
	A _s =	14.25 cm²
	a =	3.35 cm
Profundidad del Eje Neutro	c = a/ β_1 =	3.94 cm
	Barra N°	5
	Diámetro barra =	1.59 cm
	A _s barra =	1.99 cm ²
	Cuantía Suministrada =	0.00133
	Refuerzo suministrado 1 # 5 cada	20 cm

DISEÑO VÁSTAGO

REFUERZO INTERIOR SENTIDO VERTICAL

ALTURA	H	80.0 cm
RECUBRIMIENTO	d'	5.00 cm
BASE	bw	100 cm
	d	75.00 cm
Inercia	I	4266667 cm ⁴
	β_1	0.85
CONCRETO	f _c	210 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	$E_s = 12500 \sqrt{f_c}$	181142 kg/cm ²
ACERO	f _y	4200 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	E _s	2040000 kg/cm ²
ACERO CORTANTE	f _{ys}	4200 kg/cm ²
MOMENTO ULTIMO	M _u	31.42 Ton.m
	M _n	34.91 Ton.m
	m	23.53
	R _n	6.21 kg/cm ²
	R _n (max)	54.73 kg/cm ²
	R _n < R _n (max)	

SIMPLEMENTE REFORZADA

Cuantia Balanceada	ρ_{bal}	0.02142
Cuantia Mínima	$\rho_{mín}$	0.00190
Cuantia Máxima	$\rho_{máx}$	0.01607
Cuantia Calculada Sección	$\rho_{calculada}$	0.00150
	$\rho \geq \rho_{mín}$	NO
	$\rho \leq \rho_{máx}$	SI
	$\epsilon_y = f_y/E_s$	0.00206
	$\epsilon_c =$	0.00300
	C _b =	44.48 cm
	a(balaceado) = C _b * β_1 =	37.81 cm
	a(max) = 0,75 a(bal) =	28.35 cm
	c(max) = 0,75*C _b =	33.36 cm
CUANTIA DE DISEÑO	$\rho =$	0.00190
	A _s =	14.25 cm²
	a =	3.35 cm
Profundidad del Eje Neutro	c = a/ β_1 =	3.94 cm
	Barra Nº	6
	Diámetro barra =	1.91 cm
	As barra =	2.87 cm ²
	Cuantía Suministrada =	0.00255
	Refuerzo suministrado 1 # 6 cada	15 cm

DISEÑO VÁSTAGO

REFUERZO INTERIOR SENTIDO HORIZONTAL

ALTURA	H	80.0 cm
RECUBRIMIENTO	d'	5.00 cm
BASE	bw	100 cm
	d	75.00 cm
Inercia	I	4266667 cm ⁴
	β_1	0.85
CONCRETO	f_c	210 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	$E_c = 12500 \sqrt{f_c}$	181142 kg/cm ²
ACERO	f_y	4200 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	E_s	2040000 kg/cm ²
ACERO CORTANTE	f_{ys}	4200 kg/cm ²
MOMENTO ULTIMO	M_u	18.91 Ton.m
	M_n	21.01 Ton.m
	m	23.53
	R_n	3.74 kg/cm ²
	$R_n (max)$	54.73 kg/cm ²
	$R_n < R_n (max)$	

SIMPLEMENTE REFORZADA

Cuantía Balanceada	ρ_{bal}	0.02142
Cuantía Mínima	$\rho_{mín} = 1.33 \rho_{calculada}$	0.00120
Cuantía Máxima	$\rho_{máx}$	0.01607
Cuantía Calculada Sección	$\rho_{calculada}$	0.00090
	$\rho \geq \rho_{mín}$	NO
	$\rho \leq \rho_{máx}$	SI
	$\epsilon_s = f_y/E_s$	0.00206
	$\epsilon_c =$	0.00300
	$C_b =$	44.48 cm
	$a(balancedo) = C_b * \beta_1 =$	37.81 cm
	$a(max) = 0,75 a(bal) =$	28.35 cm
	$c(max) = 0,75 * C_b =$	33.36 cm
CUAN TIA DE DISEÑO	$\rho =$	0.00120
	$A_s =$	8.99 cm ²
	a =	2.11 cm
Profundidad del Eje Neutro	$c = a/\beta_1 =$	2.49 cm
	Barra Nº	5
	Diámetro barra =	1.59 cm
	$A_s \text{ barra} =$	1.99 cm ²
	Cuantía Suministrada =	0.00133
Cumple 1/3 mayor que la calculada (A.7.9 CCDSP)		
Refuerzo suministrado 1 # 5 cada		20 cm

DISEÑO ALETAS

REFUERZO EXTERIOR SENTIDO VERTICAL

ALTURA	H	35.0 cm
RECUBRIMIENTO	d'	5.00 cm
BASE	bw	100 cm
	d	30.00 cm
Inercia	I	357292 cm ⁴
	β_1	0.85
CONCRETO	f_c	210 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	$E_c = 12500 \sqrt{f_c}$	181142 kg/cm ²
ACERO	f_y	4200 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	E_s	2040000 kg/cm ²
ACERO CORTANTE	f_{ys}	4200 kg/cm ²
MOMENTO ULTIMO	M_u	3.89 Ton.m
	M_n	4.32 Ton.m
	m	23.53
	R_n	4.80 kg/cm ²
	R_n (max)	54.73 kg/cm ²
	$R_n < R_n$ (max)	

SIMPLEMENTE REFORZADA

Cuantia Balanceada	ρ_{bal}	0.02142
Cuantia Mínima	ρ_{min}	0.00190
Cuantia Máxima	ρ_{max}	0.01607
Cuantia Calculada Sección	$\rho_{calculada}$	0.00116
	$\rho \geq \rho_{min}$	NO
	$\rho \leq \rho_{max}$	SI
	$\epsilon_y = f_y/E_s$	0.00206
	$\epsilon_c =$	0.00300
	$C_b =$	17.79 cm
	$a(balancedo) = C_b * \beta_1 =$	15.12 cm
	$a(max) = 0,75 a(bal) =$	11.34 cm
	$c(max) = 0,75 * C_b =$	13.34 cm
CUANTIA DE DISEÑO	$\rho =$	0.00190
	$A_s =$	5.70 cm²
	a =	1.34 cm
Profundidad del Eje Neutro	$c = a/\beta_1 =$	1.58 cm
	Barra Nº	4
	Diámetro barra =	1.27 cm
	A_s barra =	1.27 cm ²
	Cuantía Suministrada =	0.00282
	Refuerzo suministrado 1 # 4 cada	15 cm

DISEÑO A LETAS

REFUERZO INTERIOR SENTIDO VERTICAL

ALTURA	H	35.0 cm
RECUBRIMIENTO	d'	5.00 cm
BASE	bw	100 cm
	d	30.00 cm
Inercia	I	357292 cm ⁴
	β_1	0.85
CONCRETO	f _c	210 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	$E_s = 12000 \sqrt{f'c}$	181142 kg/cm ²
ACERO	f _y	4200 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	E _s	2040000 kg/cm ²
ACERO CORTANTE	f _{ys}	4200 kg/cm ²
MOMENTO ULTIMO	M _u	9.82 Ton.m
	M _n	10.91 Ton.m
	m	23.53
	R _n	12.12 kg/cm ²
	R _n (max)	54.73 kg/cm ²
	R _n < R _n (max)	

SIMPLEMENTE REFORZADA

Cuantía Balanceada	ρ_{bal}	0.02142
Cuantía Mínima	ρ_{min}	0.00190
Cuantía Máxima	ρ_{max}	0.01607
Cuantía Calculada Sección	$\rho_{calculada}$	0.00299
	$\rho \geq \rho_{min}$	SI
	$\rho \leq \rho_{max}$	SI
	$\epsilon_y = f_y/E_s$	0.00206
	$\epsilon_c =$	0.00300
	C _b =	17.79 cm
	a(balaceado) = C _b * β_1 =	15.12 cm
	a(max) = 0,75 a(bal) =	11.34 cm
	c(max) = 0,75*C _b =	13.34 cm
CUANTIA DE DISEÑO	$\rho =$	0.00299
	A _s =	8.98 cm²
	a =	2.11 cm
Profundidad del Eje Neutro	c = a/ β_1 =	2.48 cm
	Barra Nº	5
	Diámetro barra =	1.59 cm
	A _s barra =	1.99 cm ²
	Cuantía Suministrada =	0.00332
	Refuerzo suministrado 1 # 5 cada	20 cm

DISEÑO ALETAS

REFUERZO INTERIOR SENTIDO HORIZONTAL

ALTURA	H	35.0 cm
RECUBRIMIENTO	d'	5.00 cm
BASE	bw	100 cm
	d	30.00 cm
Inercia	I	357292 cm ⁴
	β_1	0.85
CONCRETO	f _c	210 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	$E_c = 12500 \sqrt{f_c}$	181142 kg/cm ²
ACERO	f _y	4200 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	E _s	2040000 kg/cm ²
ACERO CORTANTE	f _{ys}	4200 kg/cm ²
MOMENTO ULTIMO	M _u	29.73 Ton.m
	M _n	33.03 Ton.m
	m	23.53
	R _n	36.70 kg/cm ²
	R _n (max)	54.73 kg/cm ²
	R _n < R _n (max)	

SIMPLEMENTE REFORZADA

Cuantia Balanceada	ρ_{bal}	0.02142
Cuantia Mínima	$\rho_{mín}$	0.00190
Cuantia Máxima	$\rho_{máx}$	0.01607
Cuantia Calculada Sección	$\rho_{calculada}$	0.00989
	$\rho \geq \rho_{mín}$	SI
	$\rho \leq \rho_{máx}$	SI
	$\epsilon_y = f_y/E_s$	0.00206
	$\epsilon_c =$	0.00300
	C _b =	17.79 cm
	a(balaceado) = C _b * β_1 =	15.12 cm
	a(max) = 0,75 a(bal) =	11.34 cm
	c(max) = 0,75*C _b =	13.34 cm
CUANTIA DE DISEÑO	$\rho =$	0.00989
	A_s =	29.67 cm²
	a =	6.98 cm
Profundidad del Eje Neutro	c = a/ β_1 =	8.21 cm
	Barra Nº	6
	Diámetro barra =	1.91 cm
	A _s barra =	2.87 cm ²
	Cuantía Suministrada =	0.00957
	Refuerzo suministrado 1 # 6 cada	10 cm

18. DISEÑO PILOTES

Se emplean pilotes de 1.20 metros de diámetro y una longitud de 15.0 metros. Para el diseño se evaluará la condición sin efecto de la socavación.

Pilotes en Planta



De acuerdo a la información suministrada por el geotecnista se tiene lo siguiente:

Soil Data:						
Depth -m	Gamma -kN/m ³	Phi	C -kN/m ²	K -MN/m ³	e50 or Dr %	Nspt
0	15.7	0.0	7.2	4.5	3.16	1
1.50	7.1	0.0	14.4	9.0	2.08	2
2.20	8.6	0.0	26.9	20.4	1.42	5
7.50	9.2	0.0	33.5	32.6	1.24	6
15.00	11.0	32.1	50.3	175.4	0.64	17

Debido a la variabilidad y dispersión de los datos se toma un valor promedio de 32600 kN/m³ para la longitud de los pilotes:

Módulo de Reacción Horizontal

Profundidad (m)	Ks (kN/m ³)	Ks (T/m ³)	φ (m)	Δ (m)	Kh (T/m)
1.0 - 14.0	32600	3323	1.20	1.00	3987.8
15.0	32600	3323	1.20	0.50	1993.9

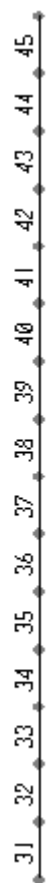
Módulo de Reacción Vertical

Profundidad (m)	Ks (kN/m ³)	Ks (T/m ³)	φ (m)	Δ (m)	Kv (T/m)
15.0	32600	3323	1.20	1.13	4510.1

De acuerdo con: “*INFORME FINAL VOLUMEN IV ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EL PUENTE VEHÍCULAR SOBRE EL ARROYO CAIMAN TRAMO GAMBOTE VARIANTE MAMONAL Y VARIANTE CARTAGENA BOLIVAR*”, con fecha Febrero de 2011 realizado por el Ing. Carlos Julio Moreno Valderrama, se especifica la siguiente tabla para la selección de los pilotes:

Longitud	Diámetro	Carga Admisible Compresión (kN)	Carga Admisible Tensión (kN)
8.00	0.50	229.90	230.64
	0.60	289.92	285.81
	0.80	462.54	405.21
	1.00	754.33	536.68
	1.20	1238.35	680.20
10.00	0.50	290.36	295.56
	0.60	360.66	365.98
	0.80	552.79	518.13
	1.00	863.65	685.36
	1.20	1367.73	867.67
12.00	0.50	350.81	360.47
	0.60	431.40	446.14
	0.80	643.04	631.04
	1.00	972.97	834.04
	1.20	1497.11	1055.14
15.00	0.50	441.50	457.85
	0.60	537.50	566.38
	0.80	778.42	800.41
	1.00	1136.95	1057.06
	1.20	1691.17	1336.33

Identificación de Elementos



Análisis Pilotes

Grupo I (Servicio)

-155.26	-155.35	-155.26
-157.97	-158.07	-157.99
-160.69	-160.79	-160.71
-163.41	-163.51	-163.43
-166.13	-166.23	-166.15
-168.84	-168.94	-168.86
-171.56	-171.66	-171.58
-174.28	-174.38	-174.30
-177.00	-177.09	-177.02
-179.71	-179.81	-179.73
-182.43	-182.53	-182.45
-185.15	-185.25	-185.17
-187.87	-187.96	-187.89
-190.58	-190.68	-190.60
-193.30	-193.40	-193.32

Axiales de Servicio (Ton)

Carga Admisible del Pilote = $1691.17 \text{ kN} / 9.81 = 172.39 \text{ Ton}$

Carga Máxima Aplicada en la Cabeza = 152.63 Ton

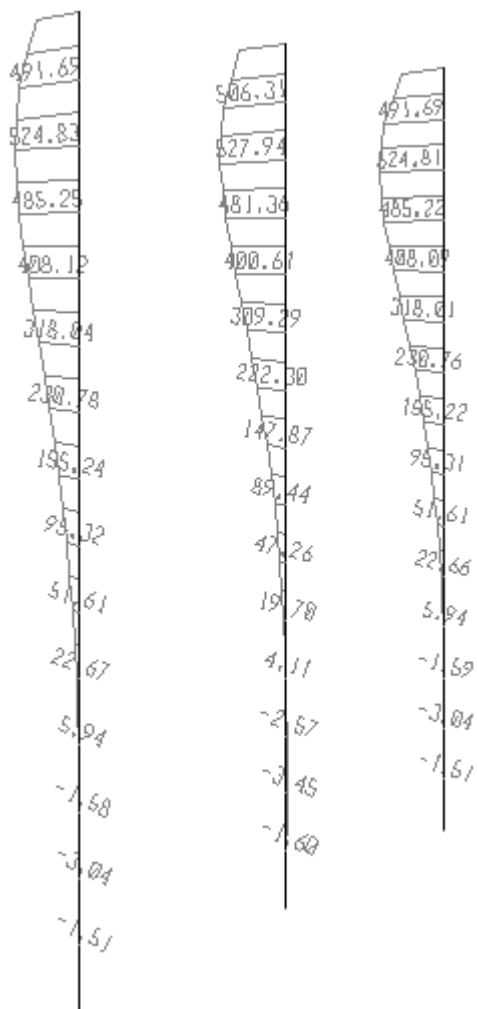
Grupo I-A

-227.54	-227.76	-227.62
-231.07	-231.29	-231.16
-234.60	-234.82	-234.68
-238.14	-238.36	-238.21
-241.67	-241.89	-241.76
-245.20	-245.42	-245.28
-248.73	-248.95	-248.81
-252.27	-252.49	-252.35
-255.80	-256.02	-255.88
-259.33	-259.55	-259.41
-262.87	-263.09	-262.94
-266.40	-266.62	-266.48
-269.93	-270.15	-270.01
-273.46	-273.68	-273.54
-277.00	-277.21	-277.07

Axiales Ultimos (Ton)

Pu = 231.29 Ton

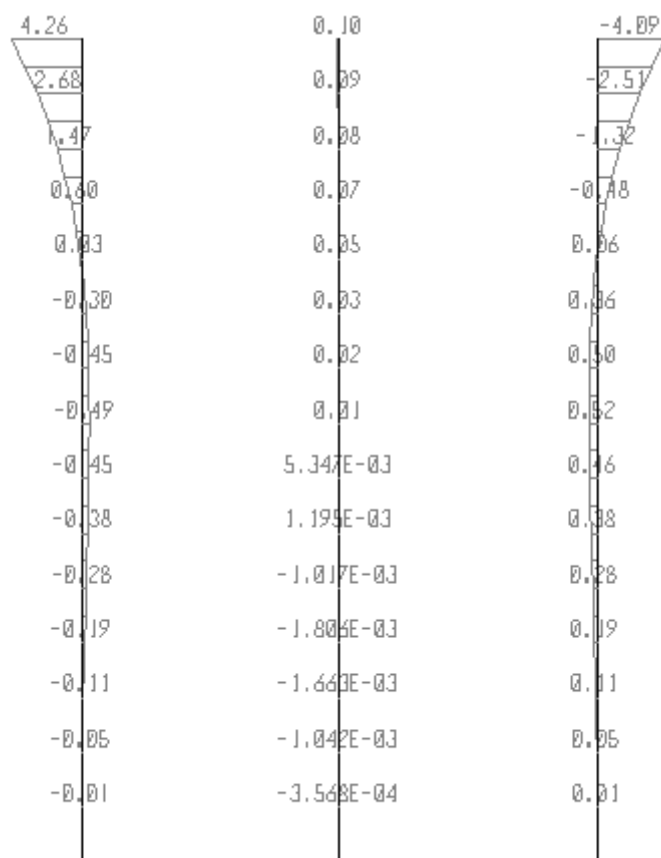
Grupo I-A



Momentos Últimos Sentido Tráfico (Ton.m)

Mu = 527.94 Ton.m

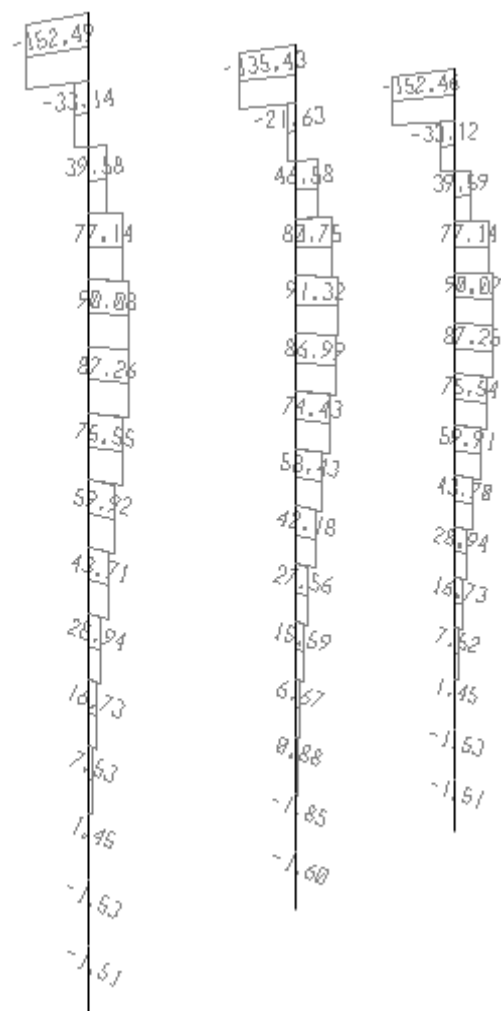
Grupo I-A



Momentos Últimos Sentido Transversal al Tráfico (Ton.m)

Mu = 0.08 Ton.m

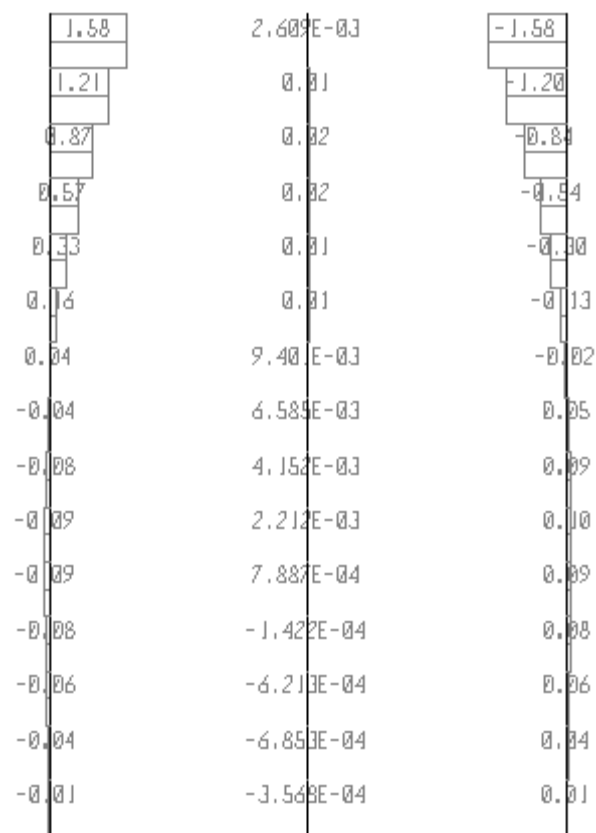
Grupo I-A



Cortantes Últimos Sentido al Tráfico (Ton)

$V_u = 152.49 \text{ Ton}$

Grupo I-A



Cortantes Últimos Sentido Transversal al Tráfico (Ton)

Vu = 1.58 Ton

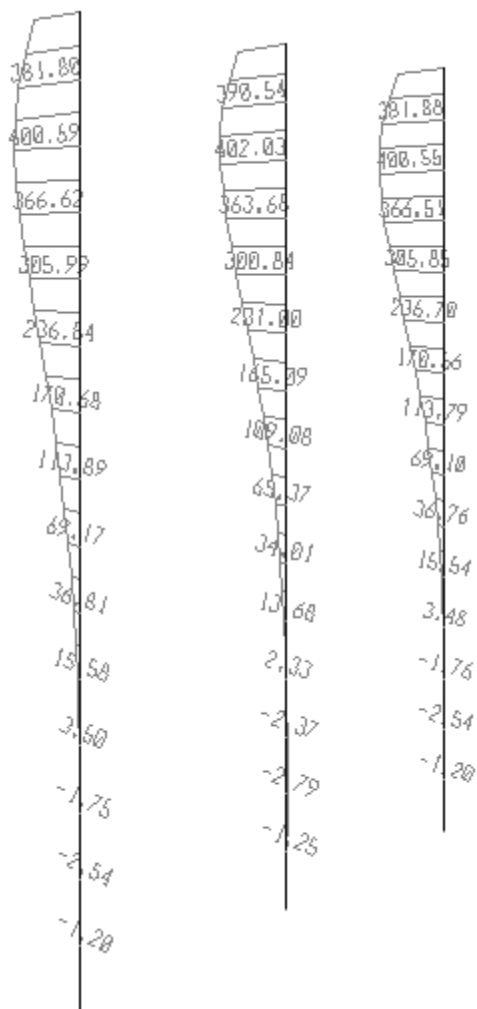
Grupo VII-A

-125.68	-125.75	-125.65
-128.40	-128.47	-128.37
-131.12	-131.19	-131.08
-133.84	-133.91	-133.80
-136.56	-136.62	-136.52
-139.27	-139.34	-139.24
-141.99	-142.06	-141.95
-144.71	-144.78	-144.67
-147.42	-147.49	-147.39
-150.14	-150.21	-150.11
-152.86	-152.93	-152.82
-155.58	-155.65	-155.54
-158.29	-158.36	-158.26
-161.01	-161.08	-160.98
-163.73	-163.80	-163.69

Axiales Ultimos (Ton)

Pu = 128.47 Ton

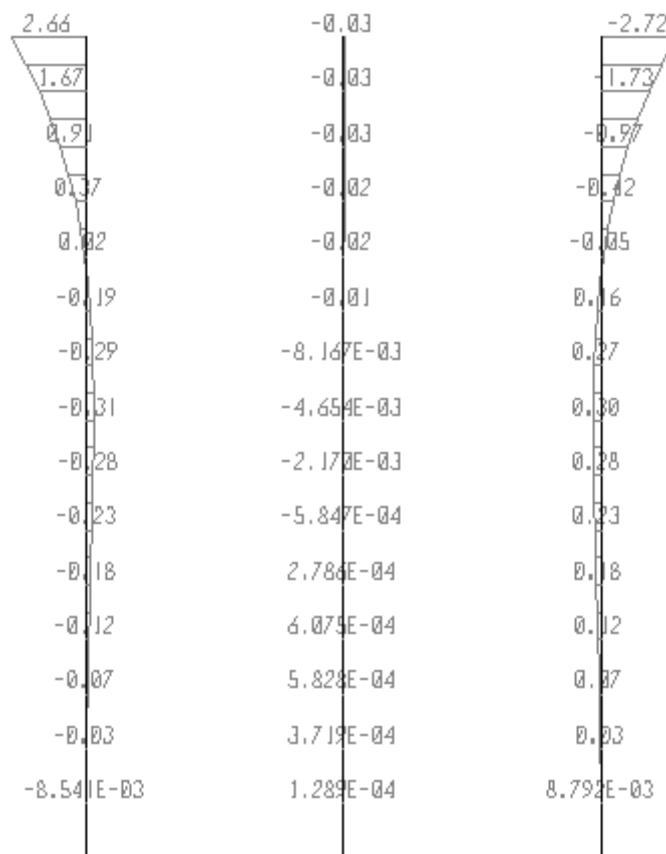
Grupo VII-A



Momentos Últimos Sentido Tráfico (Ton.m)

Mu = 402.03 Ton.m

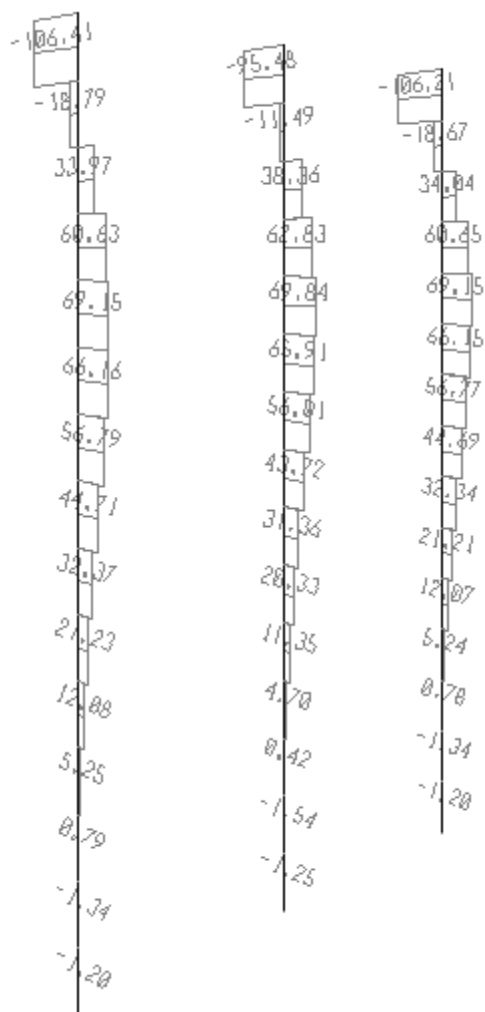
Grupo VII-A



Momentos Últimos Sentido Transversal al Tráfico (Ton.m)

Mu = 0.03 Ton.m

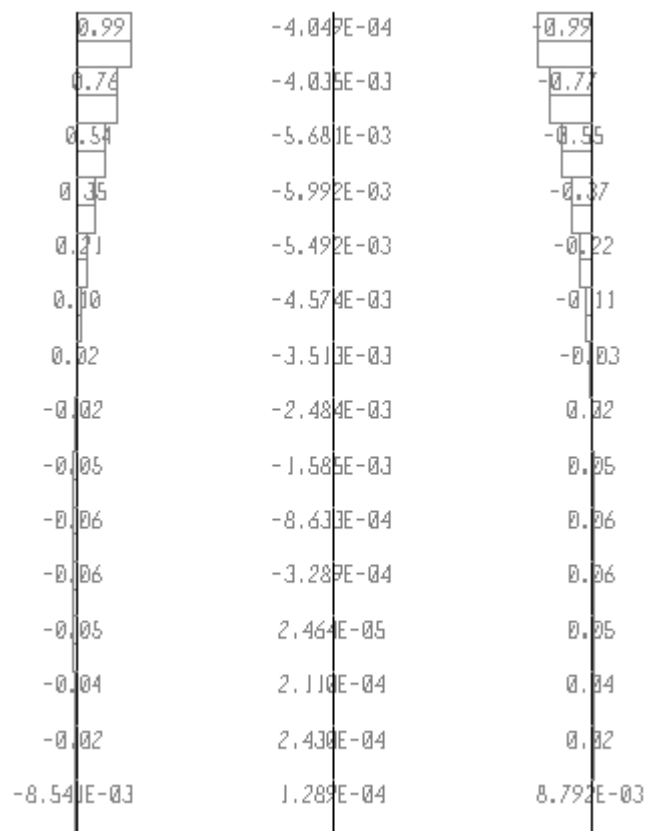
Grupo VII-A



Cortantes Últimos Sentido al Tráfico (Ton)

Vu = 106.41 Ton

Grupo VII-A



Cortantes Últimos Sentido Transversal al Tráfico (Ton)

Vu = 0.99 Ton

Diseño de Pilotes

Grupo I-A

Refuerzo en la parte superior del Pilote:

COLUMNA Caiman		UNCOL 2.1	
Diámetro = 120 cm	d' = 6 cm	P.C.A.	
f'c = 210 kg/cm²	fy = 4200 kg/cm²		
Pu = 231.29 ton	Mux = 527.94 ton*m	Muy = .08 ton*m	
Pmáx = 1474.4 ton	ŷMn = 527.94 ton*m		
ŷPn = 231.29 ton	As total = 414.58 cm²		
ro = .0367			

***** SECCION DE COLUMNA APTA *****			
COLUMNA Caiman			UNCOL 2.1
Diámetro = 120 cm	d' = 6 cm	P.C.A.	
f'c = 210 kg/cm ²	fy = 4200 kg/cm ²		
Pu = 231.29 ton	Mux = 527.94 ton*m	Muy = .08 ton*m	
Pmáx = 1495.25 ton	ŷMn = 540.38 ton*m		
ŷPn = 231.29 ton	ro = .0378	ro.máx = .04	
ro.mín = .01			

Refuerzo en la parte inferior del Pilote:

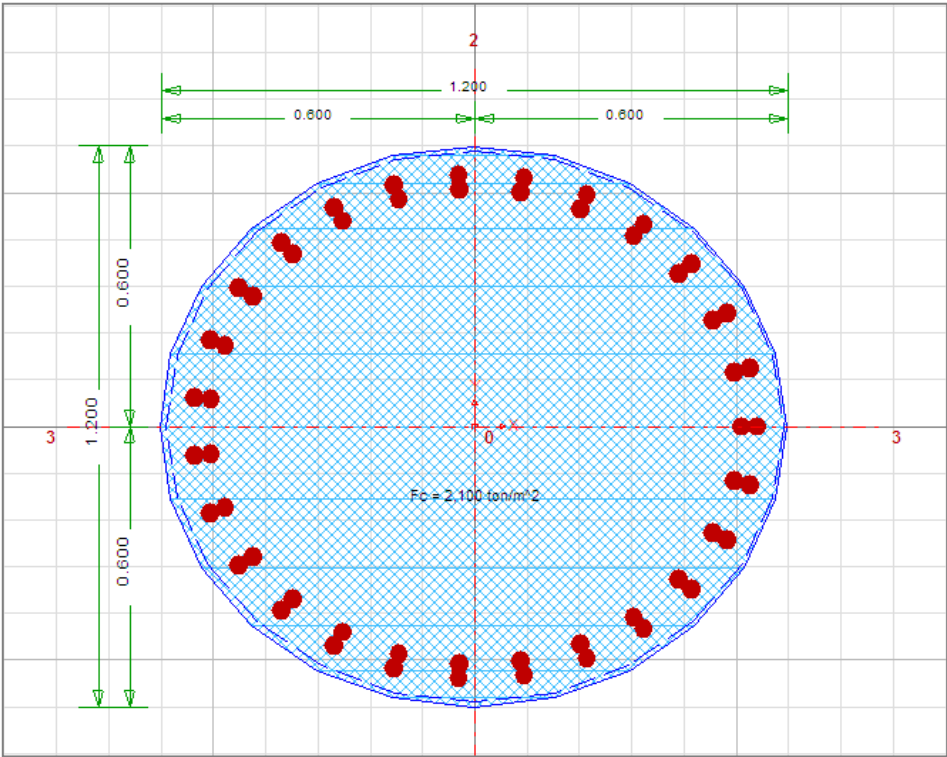
***** SECCION DE COLUMNA APTA *****			
COLUMNA Caiman			UNCOL 2.1
Diámetro = 120 cm	d' = 6 cm	P.C.A.	
f'c = 210 kg/cm ²	fy = 4200 kg/cm ²		
Pu = 248.95 ton	Mux = 147.87 ton*m	Muy = .01 ton*m	
Pmáx = 1027.59 ton	ŷMn = 252.75 ton*m		
ŷPn = 248.95 ton	ro = .0121	ro.máx = .04	
ro.mín = .01			

Grupo VII-A

COLUMNA Caiman		UNCOL 2.1
Diámetro = 120 cm	d' = 6 cm	P.C.A.
f'c = 210 kg/cm ²	fy = 4200 kg/cm ²	
Pu = 128.47 ton	Mux = 402.03 ton*m	Muy = .03 ton*m
Pmáx = 1228.84 ton	ψMn = 402.03 ton*m	
ψPn = 128.47 ton	As total = 261.92 cm ²	
ro = .0232		

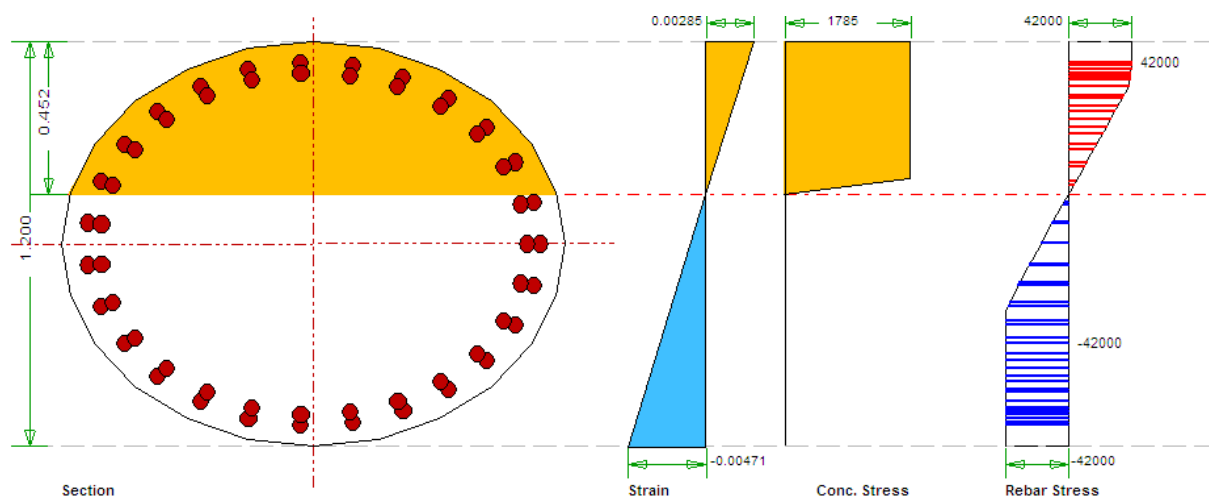
***** SECCION DE COLUMNA APTA *****			
COLUMNA Caiman			UNCOL 2.1
			P.C.A.
Diámetro = 120 cm	d' = 6 cm		
f'c = 210 kg/cm²	fy = 4200 kg/cm²		
Pu = 128.47 ton	Mux = 402.03 ton*m	Muy = .03 ton*m	
Pmáx = 1495.25 ton	ψMn = 589.87 ton*m		
ψPn = 128.47 ton	ro = .0378	ro.máx = .04	
ro.mín = .01			

Esquema Dimensiones y Refuerzo



Sr. No	Load Comb	Load-Pu (ton)	Mux (ton-m)	Muy (ton-m)	Muxy (ton-m)	Mx-My Angle (Deg)	Load Vector	Capacity Vector	Capacity Ratio	N/A Angle (deg)	N/A Depth (m)	Capacity Method	Remarks
1	Grupo IA	231.29	527.94	0.08	527.94	0.0	N/A	N/A	0.87	360.0	0.47	4	OK
2	Grupo VIIA	128.47	402.03	0.03	402.03	0.0	N/A	N/A	0.65	0.0	0.43	4	OK

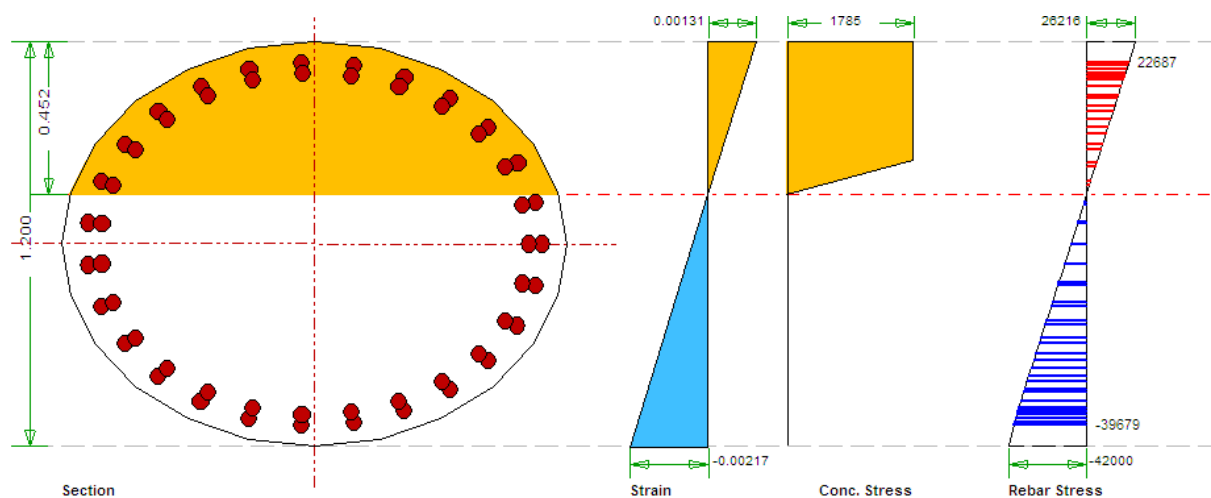
Grupo I-A



Loading - 1

Load P	= 231.29 ton	Moment Angle	= 0.0 Deg	Load Pn	= 231.46 ton
Moment Mx	= 527.94 ton-m	N.A. Angle	= 360.0 Deg	Moment Mn	= 747.92 ton-m
Moment My	= 0.08 ton-m	Curvature	= 6.300 1/1000	Moment Mn	= 0.46 ton-m

Grupo VII-A

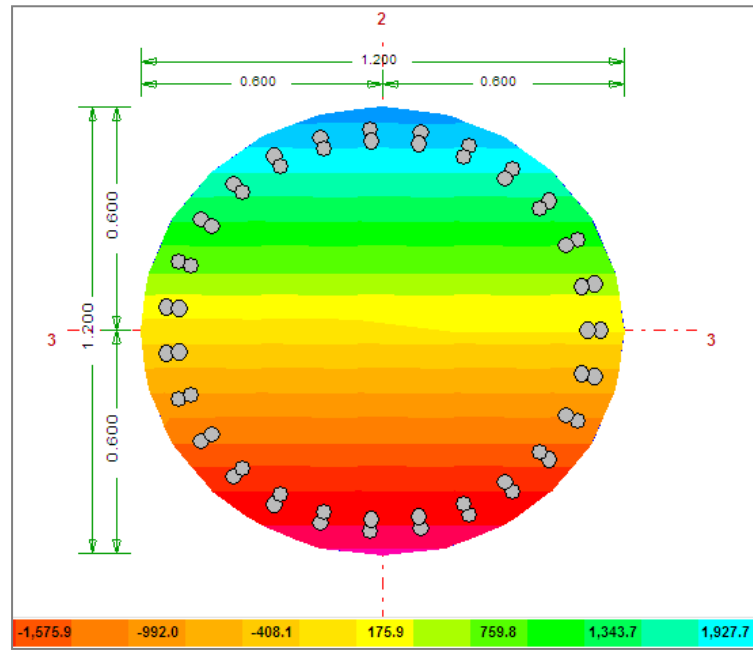


Loading - 2

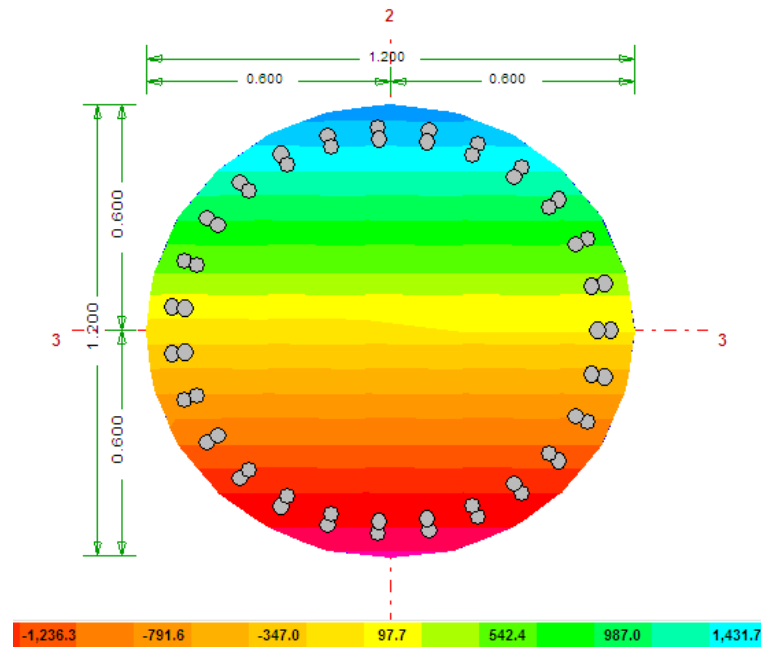
Load P	= 128.47 ton	Moment Angle	= 0.0 Deg	Load Pn	= 172.34 ton
Moment Mx	= 402.03 ton-m	N.A. Angle	= 0.0 Deg	Moment Mn	= 550.60 ton-m
Moment My	= 0.03 ton-m	Curvature	= 2.897 1/1000	Moment Mn	= 0.14 ton-m

Esfuerzos Últimos en la Sección

Grupo I-A



Grupo VII-A

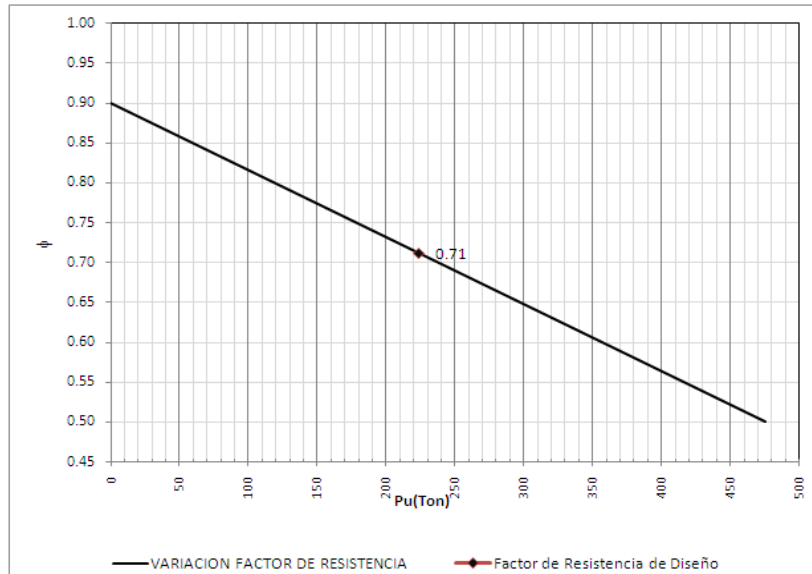


FACTOR DE RESISTENCIA DE DISEÑO

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 Axial Ultima Pu = 224000 kg
 Axial Ultima Pu = 224.00 Ton
 Diametro Columna = 120 cm
 Area Columna Ag = 11309.7 cm²
 Esfuerzo Aplicado = 19.81 kg/cm²
 $0.20f'c = 42 \text{ kg/cm}^2$

ϕ	Carga Axial (Ton)
0.50	475.01
0.55	415.63
0.60	356.26
0.65	296.88
0.70	237.50
0.75	178.13
0.80	118.75
0.85	59.38
0.90	0.00

ϕ de Diseño = 0.71



REFUERZO HORIZONTAL DE CONFINAMIENTO

$$\rho_s = 0.45((A_g/A_c) - 1) * (f_c/f_y)$$

Resistencia a la Fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 Resistencia Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 Recubrimiento al fleje o espiral = 6 cm
 Diametro Pilote = 120 cm
 Distancia a la fibra de compresion d = 113.0 cm
 Area Columna Ag = 11309.7 cm²
 Diametro fleje o espiral = 1.91 cm
 Area de fleje o espiral Ash = 2.87 cm²
 Area del Nucleo Ac = 8524 cm²
 $\rho_s = 0.45((A_g/A_c) - 1) * (f_c/f_y) = 0.007352$
 Diametro externo del fleje o espiral Dc = 108 cm
 $S = 4 \text{ Ash} (Dc - db) / (Dc^2 \rho_s) = 14 \text{ cm}$
 Separacion de refuerzo en lugares distintos = 28.36 cm

CORTANTE EN ELEMENTOS A COMPRESION

$0.10f'c = 21 \text{ kg/cm}^2$
 $0.20f'c = 42 \text{ kg/cm}^2$
 Esfuerzo axial = 19.81 kg/cm²
 Concreto aporta resistencia a corte si ; $0.10f'c < \text{Esfuerzo Axial}$ NO APORTA
 Carga Axial Mayorada simultanea con el cortante Un = 224000 Kg
 Cortante Ultimo Vu = 152490 Kg
 Cortante Nominal Vn = Vu/0.85 = 179400 Kg
 $V_c = 0.53(1 + (N_u/140A_g)) \text{Raiz}(f'c) * A_g = 99152 \text{ Kg}$
 $V_s = V_n - V_c = 179400 \text{ Kg}$
 Resistencia maxima a corte del refuerzo $A_g * 2.1 * \text{raiz}(f'c) = 344177 \text{ Kg}$
 Separación S = 8 cm

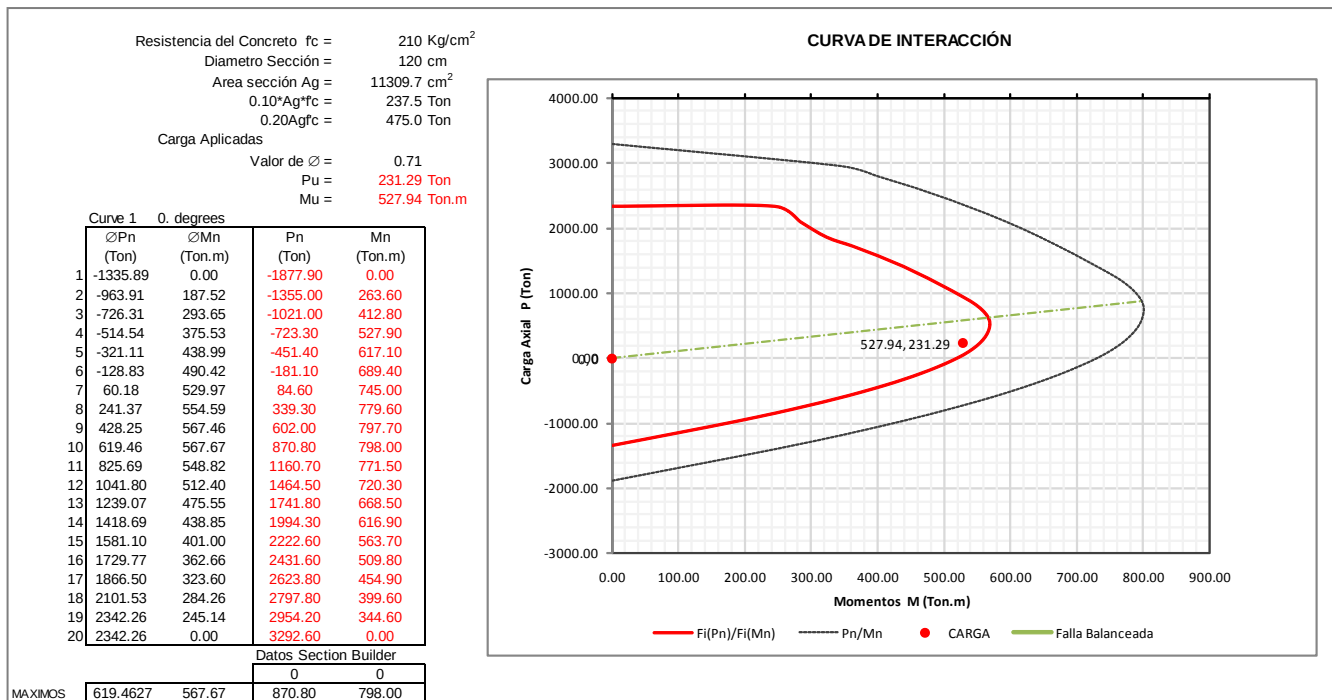
REFUERZO HORIZONTAL DE CONFINAMIENTO

$$\rho_s = 0.45((A_g/A_c) - 1) * (f_c/f_y)$$

Resistencia a la Fluencia $f_y =$	4200 kg/cm ²
Resistencia Concreto $f'_c =$	210 kg/cm ²
Recubrimiento al fleje o espiral =	6 cm
Diametro Pilote =	120 cm
Distancia a la fibra de compresion $d =$	113.0 cm
Area Columna $A_g =$	11309.7 cm ²
Diametro fleje o espiral=	1.91 cm
Area de fleje o espiral $A_{sh} =$	2.87 cm ²
Area del Nucleo $A_c =$	8524 cm ²
$\rho_s = 0.45((A_g/A_c) - 1) * (f_c/f_y)$	0.007352
Diametro externo del fleje o espiral $D_c =$	108 cm
$S = 4 A_{sh} (D_c - d_b) / (D_c^2 \rho_s) =$	14 cm
Separacion de refuerzo en lugares distintos =	28.36 cm

CORTANTE EN ELEMENTOS A COMPRESION

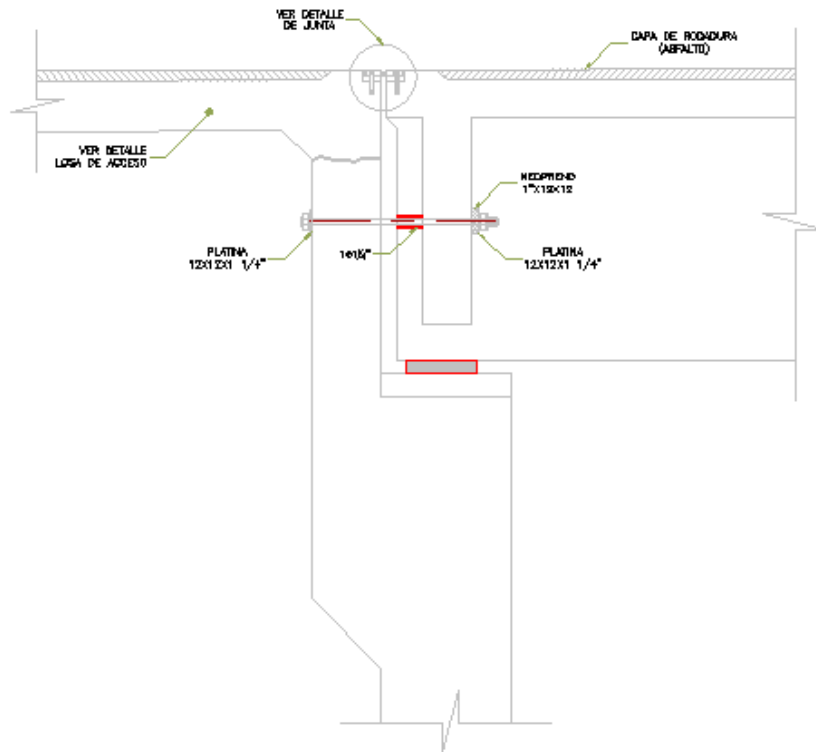
$0.10 f'_c =$	21 kg/cm ²
$0.20 f'_c =$	42 kg/cm ²
Esfuerzo axial =	21.39 kg/cm ²
Concreto aporta resistencia a corte si ; $0.10 f'_c < \text{Esfuerzo Axial}$	SI APORTA
Carga Axial Mayorada simultanea con el cortante $U_n =$	241890 Kg
Cortante Ultimo $V_u =$	91320 Kg
Cortante Nominal $V_n = V_u / 0.85 =$	107435 Kg
$V_c = 0.53(1 + (N_u / 140 A_g)) \text{Raiz}(f'_c) * A_g$	100134 Kg
$V_s = V_n - V_c$	107435 Kg
Resistencia maxima a corte del refuerzo $A_g * 2.1 * \text{raiz}(f'_c)$	344177 Kg
Separación $S =$	13 cm



Por tanto, el refuerzo longitudinal consiste en 54 varillas de $\phi = 1 \frac{1}{4}$ " distribuidas en dos paquetes alrededor del diámetro.

Para el refuerzo transversal se dispone de estribos de $\phi = \frac{3}{4}$ " cada 0.075 m distribuidos en una longitud de 5.0 m, así mismo, de los 5.0 m a 10.0 m, estribos de $\phi = \frac{3}{4}$ " cada 0.12 m, y los 5.0 m restantes del pilote, estribos de $\phi = \frac{5}{8}$ " cada 0.15 m.

19. DISEÑO TOPE SÍSMICO



La fuerza horizontal de sismo de la superestructura es resistida por tres conectores sísmicos.

Fuerza Sísmica de Diseño:

$F_{sy} \text{ vigas} = 3.59 \text{ Ton/viga}$ Son 4

$F_{sy} \text{ total} = 14.36 \text{ Ton}$

Longitud aferente del conector = 3.0 m

Carga de diseño por metro lineal (F_{sy}) = $14.36 \text{ Ton} / 8.60 = 1.67 \text{ Ton/m}$

Carga aplicada al conector:

$P \text{ (aplicado)} = 1.67 \text{ Ton/m} * 3.0 \text{ m} = 5.01 \text{ Ton}$

Resistencia del Conector a Tracción:

Diámetro conector = 1"

Área = 5.10 cm²

f_y = 4200 kg/cm²

P (resistido) = 4200 kg/cm² * 5.10 cm² * 0.60 m = 12.85 Ton

P (resistido) > P (aplicado)

Cumple

20. DISEÑO ESPALDAR

Se utiliza los esfuerzo generados por el modelo.

Espesor Espaldar = 0.35 m



Mu = 8.19 Ton.m/m

A continuación se presenta la revisión de la sección a flexión.

DISEÑO ESPALDA R

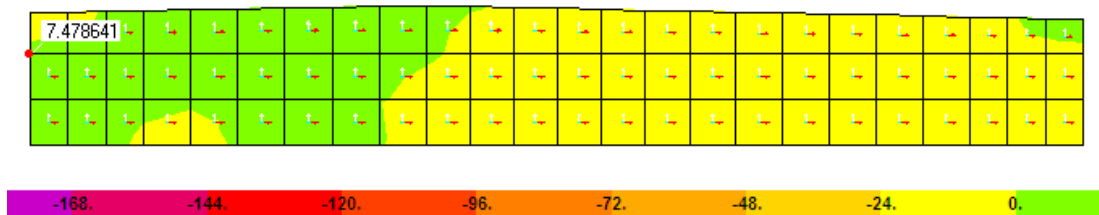
ALTURA	H	35.00 cm
RECUBRIMIENTO	d'	5.00 cm
BASE	bw	100 cm
	d	30.00 cm
Inercia	I	357292 cm ⁴
	β_1	0.85
CONCRETO	f _c	210 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	$E_c = 12500 \sqrt{f'_c}$	181142 kg/cm ²
ACERO	f _y	4200 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	E _s	2040000 kg/cm ²
ACERO CORTANTE	f _{ys}	4200 kg/cm ²
MOMENTO ULTIMO	M _u	8.19 Ton.m
	M _n	9.10 Ton.m
	m	23.53
	R _n	10.11 kg/cm ²
	R _n (max)	54.73 kg/cm ²
	R _n < R _n (max)	

SIMPLEMENTE REFORZADA

Cuantía Balanceada	ρ_{bal}	0.02142
Cuantía Mínima	$\rho_{mín}$	0.00190
Cuantía Máxima	$\rho_{máx}$	0.01607
Cuantía Calculada Sección	$\rho_{calculada}$	0.00248
	$\rho \geq \rho_{mín}$	SI
	$\rho \leq \rho_{máx}$	SI
	$\epsilon_y = f_y/E_s$	0.00206
	$\epsilon_c =$	0.00300
	C _b =	17.79 cm
	a(balaceado) = C _b * β_1 =	15.12 cm
	a(max) = 0,75 a(bal) =	11.34 cm
	c(max) = 0,75*C _b =	13.34 cm
CUANTIA DE DISEÑO	$\rho =$	0.00248
	A _s =	7.44 cm²
	a =	1.75 cm
Profundidad del Eje Neutro	c = a/ β_1 =	2.06 cm
	Barra Nº	5
	Diámetro barra =	1.59 cm
	As barra =	1.99 cm ²
	Cuantía Suministrada =	0.00442
	Refuerzo suministrado 1 # 5 cada	15 cm

Revisión Sección a Corte

Dada la continuidad a lo largo del vastago, la fuerza de corte se disminuye debido a la capacidad de disipar los esfuerzos a lo largo del vastago, por lo cual el corte en la base del espaldar es:



$$V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 100 \times 30$$

$$V_c = 19.58 \text{ Ton}$$

$$V_u = 7.47 \text{ Ton}$$

$$V_c > V_u \quad \text{Cumple}$$

21. VERIFICACIÓN DE LA LUZ DE APOYO DE LA SUPERESTRUCTURA

A.3.5.9.3. CCDSP-95

H = 0, para puente de una sola luz.

$$N = 30.5 + 0.25 L + 1.00 H \text{ (cm)}$$

$$N = 30.5 + 0.25 (20.00) + 1.00(0)$$

$$N = 35.50 \text{ cm}$$

Luz de apoyo seleccionada = 0.65 m **Cumple !**

22. FICHA TECNICA DE JUNTA DE DILATACION

JUNTA RECOMENDADA: TIPO TX-50 de VSL

