

00	29/11/2016	EMISIÓN ORIGINAL	F.O.	F.O.	R.P.
REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	PROY. POR	ELAB. POR	APROB. POR



GOBIERNO DE LA CIUDAD
AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES
DIRECCIÓN GENERAL DE
PLANIFICACIÓN DE LA MOVILIDAD

IATASA
INGENIERÍA

atec
Ingenieros Consultores

PROYECTO EJECUTIVO
VIADUCTO FC BELGRANO SUR
TRAMO CALLE DIÓGENES TABORDA - ESTACIÓN CONSTITUCIÓN

TÍTULO:

ESTACIÓN BUENOS AIRES - CUBIERTA METÁLICA
MEMORIA DE CÁLCULO

PROY.	F.O.	ESCALAS : -	FECHA: 29/11/2016	N°: VFBS-PE-ES-MC-0135-00
ELAB.	N.S.			
APROB.	R.P.			

ÍNDICE

1. Generalidades.
2. Esquemáticos
3. Análisis de Cargas.
4. Cálculo de solicitaciones y dimensionamiento de secciones
5. Uniones Principales
6. Reacciones y Anclajes

1.- GENERALIDADES

La presente memoria de cálculo contiene el diseño estructural de las cubiertas principales de andenes de la estación Buenos Aires del Viaducto del Ferrocarril Belgrano Sur, Ciudad de Buenos Aires.

La cubierta se resuelve mediante reticulados metálicos formados por tubos. También se plantean otras secciones metálicas para los elementos accesorios de las cubiertas.

El dimensionamiento de las estructuras se realiza de acuerdo con el cuerpo de Reglamentos C.I.R.S.O.C.

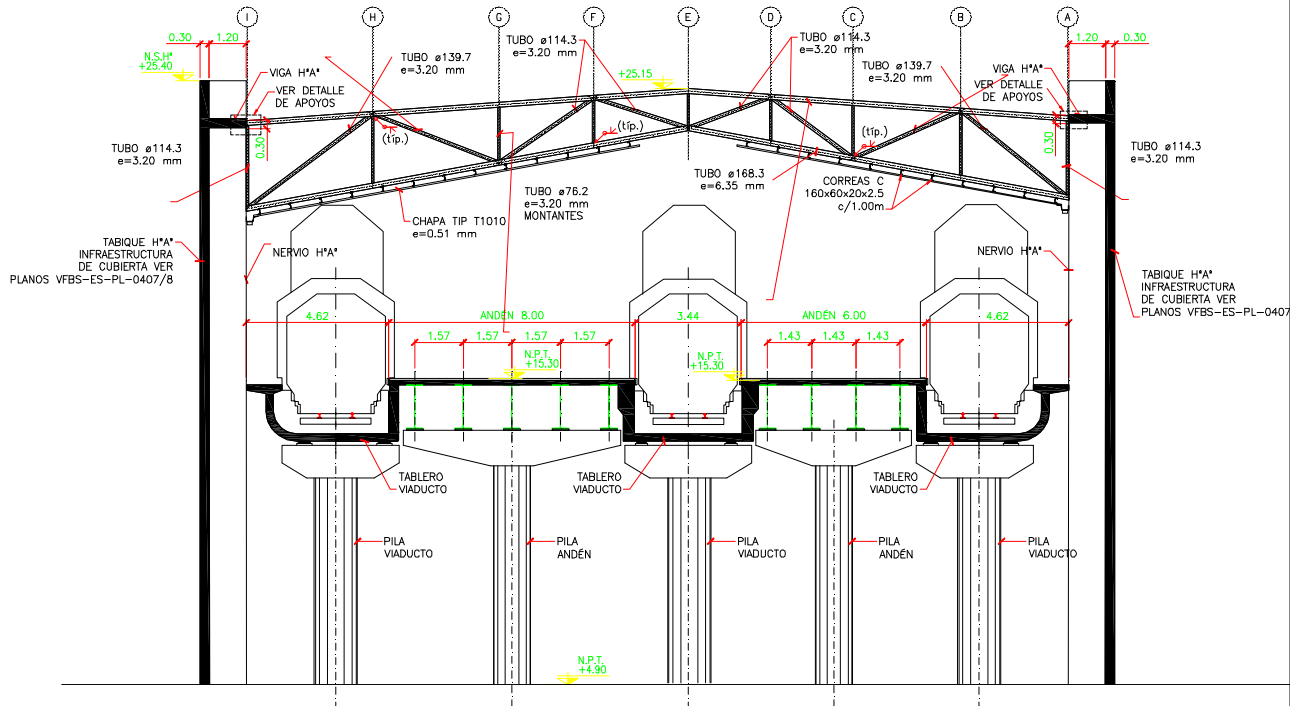
Las fundaciones se dimensionan según las recomendaciones dadas por el estudio de suelos del Ing. Guerrero n° 4498.271/39

Para el cálculo de solicitaciones y dimensionamiento de secciones estructurales metálicas se utiliza el software de cálculo Staad Pro 2005

Los materiales previstos en este proyecto son:

Hormigón armado	H- 30	$\sigma'_{bk} =$	30 MPa	
Acero para Hormigón	ADN-420	$\beta_s =$	420 MPa	(Conformado en barras)
Perfiles Laminados	F- 24	$F_y =$	2400 kg/cm ²	
Perfiles ángulo mayores a 3"	F- 36	$F_y =$	3600 kg/cm ²	
Acero de perfiles armados	F- 36	$F_y =$	3600 kg/cm ²	
Bulones calidad	ISO 8.8	$F_y =$	6400 kg/cm ²	

CORTE A-A
ESCALA 1:100



3.- ANÁLISIS DE CARGAS

3.1 Cargas Gravitacionales

3.1.1. Cargas Permanentes

3.1.1.1. Peso Propio

El peso de las cabriadas se determina en cada caso en particular en forma automática por el programa de cálculo en función del peso específico del material y las secciones correspondientes. Para los restantes elementos se efectúa un análisis de cargas detallado:

Chapa (Tipo T1010 - e = 0.50 mm) $g_1 = 6.00 \text{ kg/m}^2$

Correas

Peso Perfil C 160 x 60 x 20 x 2.5 $g_{co} = 5.96 \text{ kg/m}$
 Separación entre correas $s_{co} = 1.00 \text{ m}$
 Peso Correas ($g_2 = g_{co} / s_{co}$) $g_2 = 5.96 \text{ kg/m}^2$

Medios de Unión y Aislaciones $g_3 = 3.00 \text{ kg/m}^2$

Peso Cubierta ($g_{cu} = \sum g_i$) $g_{cu} = 14.96 \text{ kg/m}^2$

3.1.2. Sobrecargas

3.1.2.1. Sobrecarga de Cubierta

Del CIRSOC 101 para cubiertas livianas $\alpha = 10^\circ \leq 10.00^\circ$ $p_1 = 30.0 \text{ kg/m}^2$

3.2. Cargas Horizontales

3.2.1. Viento

Análisis según C.I.R.S.O.C 102 "Acción del Viento Sobre las Construcciones".

Velocidad de referencia : (Ciudad de Buenos Aires)

$\beta = 27.20$ m/s

Coefficiente de velocidad probable

Tabla 2 \Rightarrow Grupo: **2**

$c_p = 1.65$

Velocidad básica de diseño

$V_0 = c_p \times \beta = 44.88$ m/s

Presión dinámica básica

$q_0 = 0.0613 \times V_0^2 = 123.47$ kg/m²

Presión dinámica de cálculo

$q_z = c_z \times c_d \times q_0$

c_d coeficiente de dimensión (tabla 5)

$c_d = 1.00$

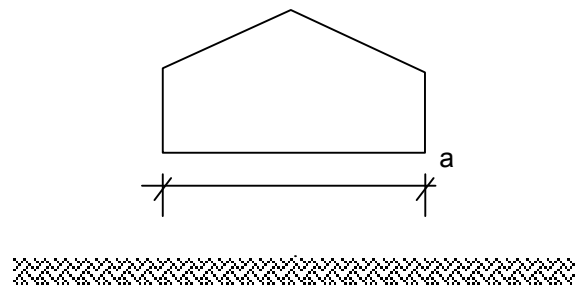
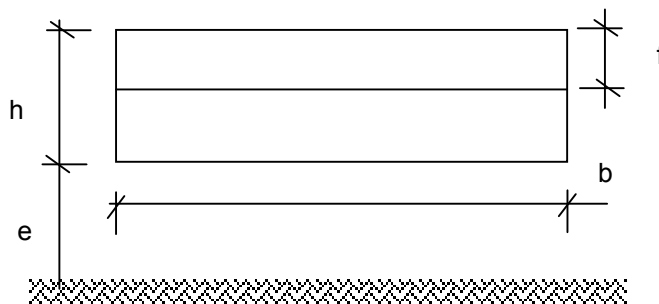
c_z coeficiente de altura

En función de la altura z

Adoptamos Rugosidad: **II**

Ubicación	z [m]	c_z	q_z [kg/m ²] = $q_0 \times c_d \times c_z$
Hmáx	20.5	0.869	107.34

Capítulo 6. Construcciones prismáticas de base cuadrangular



Altura Propia de la construcción $h = 20.50$ m

Separación del suelo $e = 0.00$ m

Longitud lado Mayor $a = 28.70$ m

Longitud Lado Menor (promedio) $b = 15.50$ m

Altura de la Cubierta (Promedio) $f = 1.10$ m

Relación de dimensiones $\lambda_a = h/a = 0.71$ $b/a = 0.54$
 $\lambda_b = h/b = 1.32$

Coefficiente de Forma (γ_0 para $e = 0$) de Figura 13 $\gamma_{0a} = 1.00$
 $\gamma_{0b} = 1.00$

Coeficientes de Presión Exterior

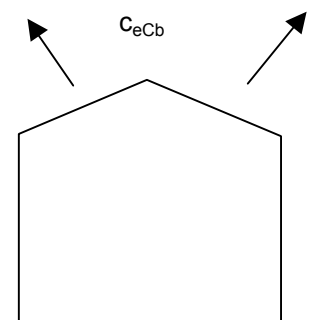
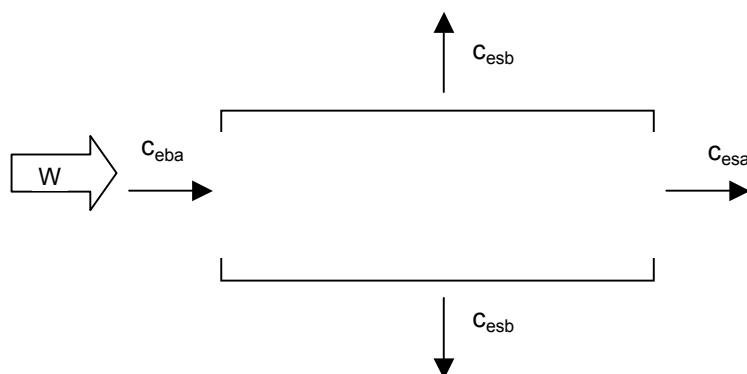
Viento sobre Cara Mayor (a)

Coeficientes de empuje sobre paredes (según Tabla 6)

barlovento $C_{ebb} = 0.80$
 Sotavento $C_e = - (1.3 \gamma - 0.8)$ $C_{esb} = -0.50$
 Total $C_b = C_{ebb} - C_{esb} = 1.30$

Coeficientes de empuje en cubierta (según Tabla 7 y Figuras 17 y 18)

$\alpha = 0.00^\circ$
 $C_{eCb} = -0.45$

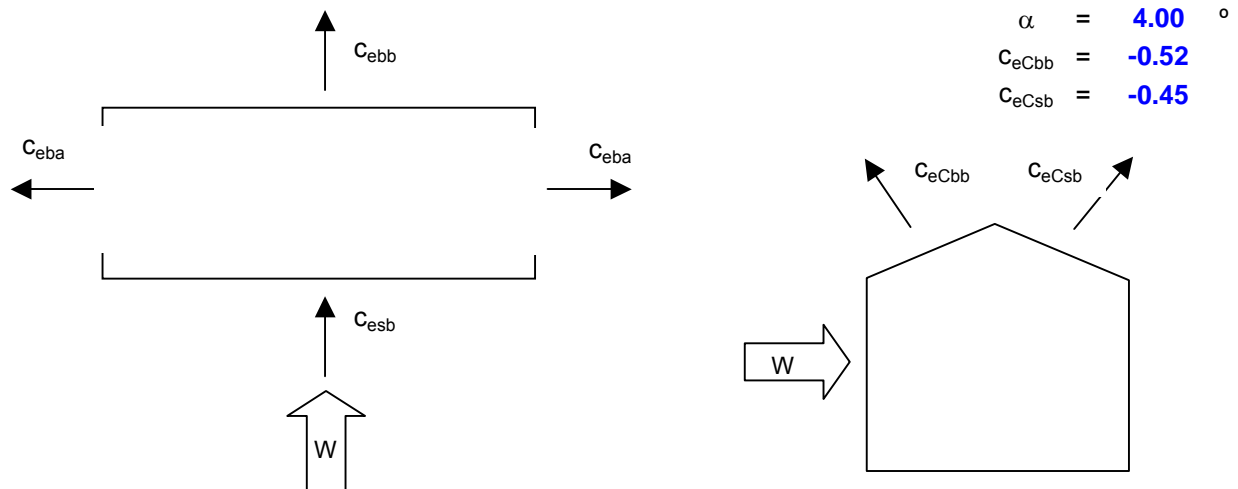


Viento sobre Cara Menor (b)

Coefficientes de empuje sobre paredes (según Tabla 6)

barlovento	C_{eba}	=	0.80
Sotavento $c_e = - (1.3 \gamma - 0.8)$	C_{esa}	=	-0.50
Total	$C_a = C_{eba} - C_{esa}$	=	1.30

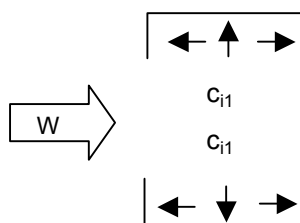
Coefficientes de empuje en cubierta (según Tabla 7 y Figuras 17 y 18)



Paredes (Permeabilidad > 35%)

Coefficientes de Presión Interiores (De Tabla 8)

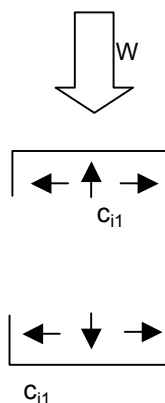
Viento en el sentido de la pared abierta



Paredes o construcciones situadas fuera de la corriente

$C_{i1} = \max(0.6 (1.8 - 1.3 \gamma); +0.15)$	=	0.30
$C_{i1} = \min(-0.6 (1.3 \gamma - 0.8); -0.20)$	=	-0.30

Viento perpendicular a la pared abierta

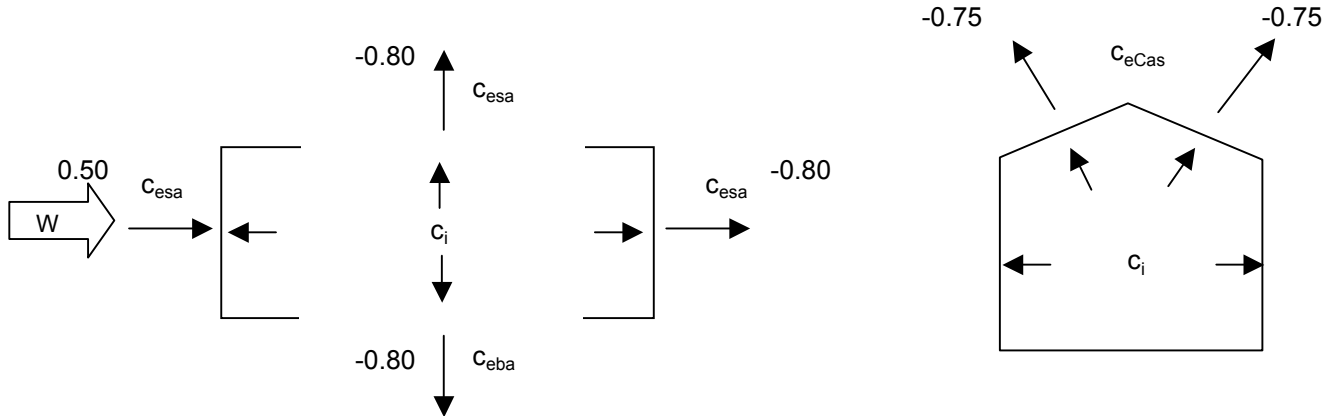


Sobre todas la paredes y construcciones interiores

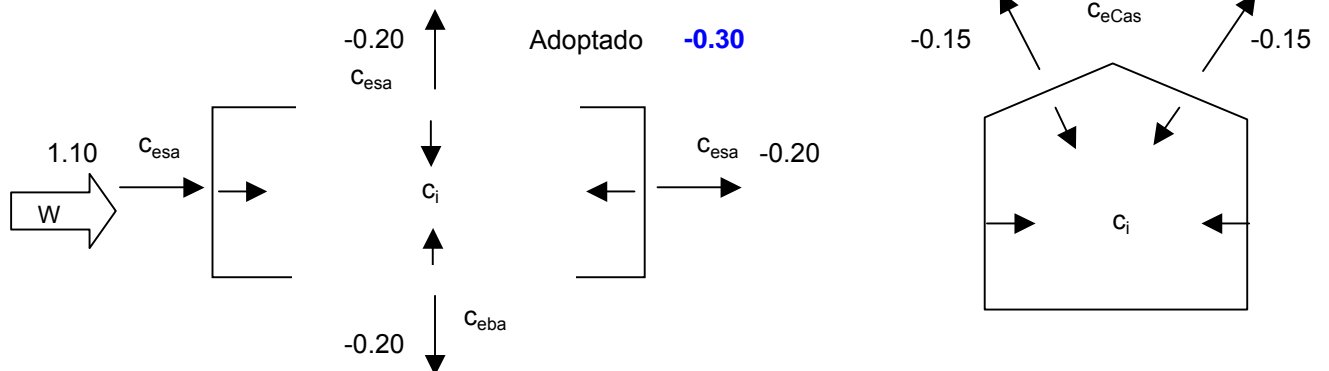
$C_{i1} = \max(0.6 (1.8 - 1.3 \gamma); +0.15)$	=	0.30
$C_{i1} = \min(- (1.3 \gamma - 0.8); -0.20)$	=	-0.30

Coeficientes de presión resultantes (signos correspondientes a la cara exterior)

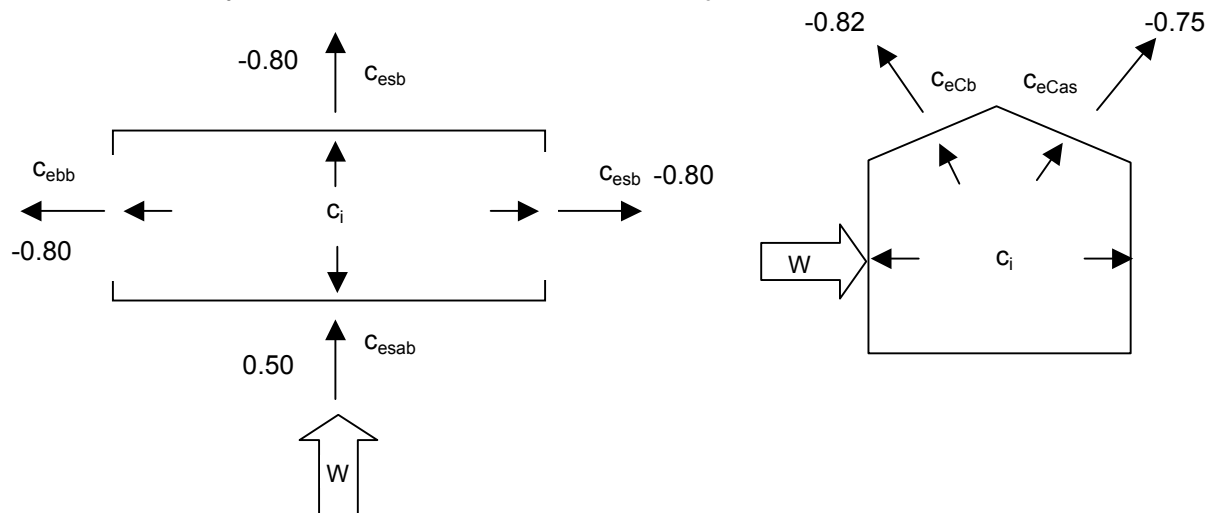
Viento sobre cara mayor y coeficientes interiores positivos (W_1)



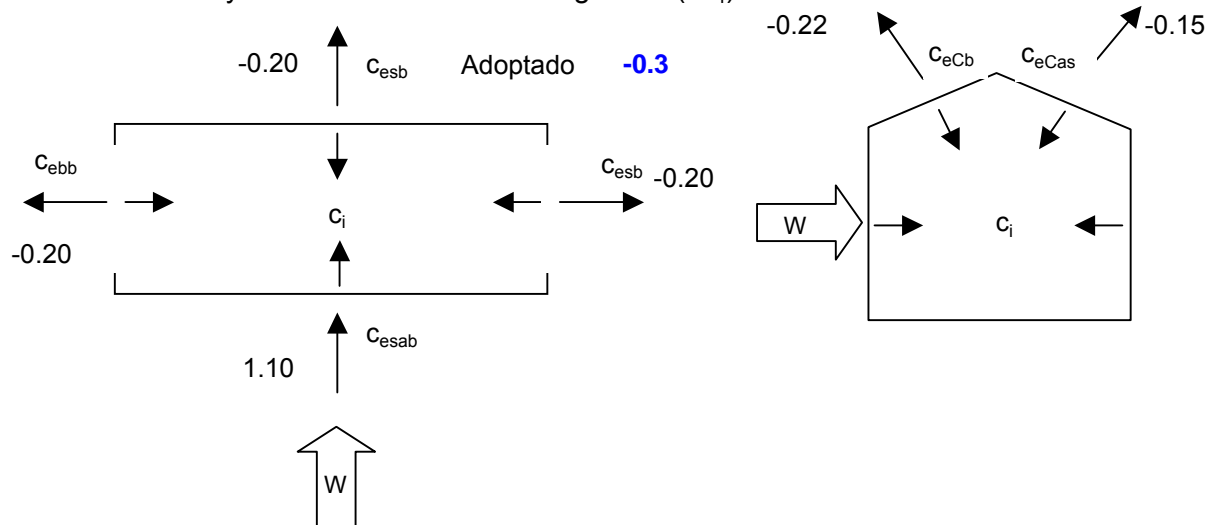
Viento sobre cara menor y coeficientes interiores negativos (W_2)



Viento sobre cara menor y coeficientes interiores positivos (W_3)



Viento sobre cara menor y coeficientes interiores negativos (W_4)

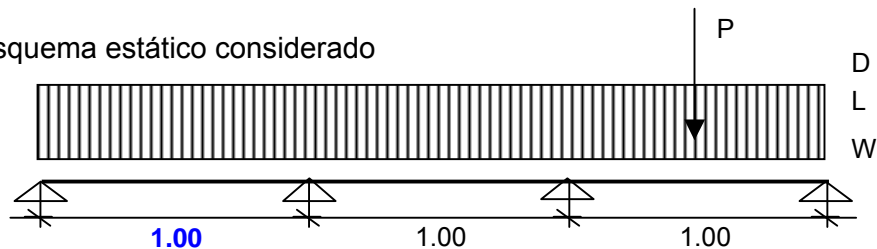


4.- CÁLCULO DE SOLICITACIONES Y DIMENSIONAMIENTO DE SECCIONES

4.1. Cubierta

4.1.1. Chapa de Cubierta

Esquema estático considerado



Cargas Actuantes:

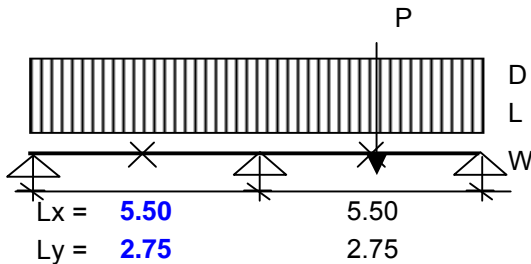
- $D_1 = 6.00 \text{ kg/m}^2$ (Peso Propio)
 $D_2 = 1.00 \text{ kg/m}^2$ (Adicional por medios de union)
 $L_1 = 30.00 \text{ kg/m}^2$ (Sobrecarga de Cubierta)
 $W_1 = 0.00 \text{ kg/m}^2$ (Viento presión máximo (promedio))
 $W_2 = -88.02 \text{ kg/m}^2$ (Viento succión máximo (promedio))
 $P = 100.00 \text{ kg}$ (Carga de Montaje)

Adoptado Chapa T1010 - e = 0.50mm

Carga maxima para Sobrecarga gravitatoria o Viento Presión **456.00** kg/m^2
 Carga maxima para Viento Succión **-354.00** kg/m^2

4.1.2. Correas de Cubierta

Esquemático (Considerado una viga continua de 2 tramos)



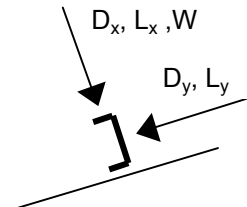
Distancia entre Arrisotramientos torsionales: **2.75** m
Distancia entre Arrisotramientos eje débil: **2.75** m

Distancia máx. entre correas = **1.00** m

Angulo de la cubierta (α) = **10.00** °

Cargas Actuantes:

D = **14.96** kg/m² (Peso propio chapa+aislaciones+peso correas)
Lr = **30.00** kg/m² (Sobrecarga)
W₁ = **0.00** kg/m² (Viento Presión máximo)
W₂ = **-88.02** kg/m² (Viento Succión mínimo)
P = **100.00** kg (Carga de Montaje)



Descomposición de las cargas gravitatorias:

D_x = 14.73 kg/m (Carga Permanente para Flexión alrededor del eje fuerte)
D_y = 2.60 kg/m (Carga Permanente para Flexión alrededor del eje débil)

L_x = 29.54 kg/m (Sobrecarga para Flexión alrededor del eje fuerte)
L_y = 5.21 kg/m (Sobrecarga para Flexión alrededor del eje débil)

P_x = 98.48 kg (Carga de Montaje para Flexión alrededor del eje fuerte)
P_y = 17.36 kg (Carga de Montaje para Flexión alrededor del eje débil)

Determinación de las solicitaciones para las distintas acciones:

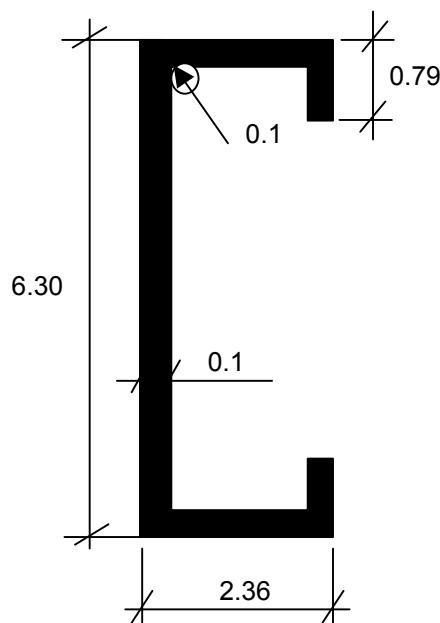
ACCIÓN	M _{xAp}	M _{xTr.}	Q _{xmáx}
	[kg m]	[kg m]	[kg]
D	-56	31	51
Lr	-112	63	102
W ₁	0	0	0
W ₂	333	-187	-303
P	-68	38	68

M _{yAp}	M _{yTr.}	Q _{ymáx}
[kg m]	[kg m]	[kg]
-2	8	4
-5	16	9
0	0	0
0	0	0
-6	19	12

Factorizacion de cargas de acuerdo a la LRFD:

COMBINACIÓN	$M_{xApmáx}$	$M_{xTrmáx}$	$M_{yApmáx}$	$M_{yTrmáx}$
	[kg m]	[kg m]	[kg m]	[kg m]
1.4 x D	-78	44	-3	11
1.2 x D + 1.6 x Lr	-246	138	-11	34
1.2 x D + 1.6 x W_1 + 0.2 x Lr	-89	50	-4	13
0.9 x D + 1.6 x W_1	-50	28	-2	7
1.2 x D + 1.6 x W_2 + 0.2 x Lr	443	-249	-4	13
0.9 x D + 1.6 x W_2	482	-271	-2	7
Montaje = 1.4 (P+D)	-173	97	-12	38

Características del perfil plegado adoptado: **C 160 x 60 x 20 x 2.5**



Parámetros Básicos

$A' =$	6.30	in
$B' =$	2.36	in
$C' =$	0.79	in
$\alpha =$	1.00	
$r =$	0.15	in
$a =$	5.91	in
$\bar{a} =$	6.20	in
$b =$	1.97	in
$\bar{b} =$	2.26	in
$c =$	0.59	in
$\bar{c} =$	0.74	in
$u =$	0.23	

Otras propiedades:

$\beta w =$	-1.534	in ⁵	=	-162.2	cm ⁵
$\beta f =$	2.212	in ⁵	=	233.9	cm ⁵
$\beta l =$	2.295	in ⁵	=	242.6	cm ⁵
$j =$	3.440	in	=	8.74	cm

Área:

$$F_g = 1.176 \text{ in}^2 = 7.59 \text{ cm}^2$$

Momento de Inercia

$$I_x = 7.09 \text{ in}^4 = 295.0 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 0.890 \text{ in}^4 = 37.03 \text{ cm}^4$$

Módulo resistente de la sección bruta

$$W_x = 36.88 \text{ cm}^3$$

$$W_{y1} = 21.30 \text{ cm}^3 \quad W_{y2} = 8.69 \text{ cm}^3$$

Tensión de fluencia de cálculo

$$F_y = \mathbf{2400} \text{ kg/cm}^2$$

Radios de giros

$$r_x = 6.23 \text{ cm}$$

$$r_y = 2.21 \text{ cm}$$

Radio de giro polar

$$r_o = 8.00 \text{ cm}$$

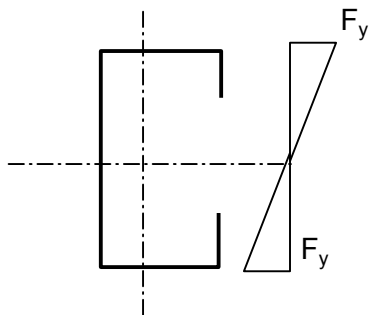
Distancia entre el centroide y el eje del alma

$$\bar{x} = 0.684 \text{ in} = 1.74 \text{ cm}$$

Distancia entre el centro de corte y el eje del alma	m = 1.085 in = 2.76 cm
Distancia entre el centro de corte y el baricentro de la sección	xo = -1.769 in = -4.49 cm
Módulo de elasticidad longitudinal	E = 2,000,000 kg/cm ²
Módulo de elasticidad transversal	G = 780,000 kg/cm ²
Constante torsional de Saint Venant	J = 0.0038 in ⁴ = 0.158 cm ⁴
Módulo de torsión	Cw = 7.69 in ⁶ = 2065.2 cm ⁶
Dimensiones de las alas	50 mm x 2.5 mm
Dimensiones del alma	150 mm x 2.5 mm
Dimensiones del rigidizador	15.0 mm x 2.5 mm

Cálculo del area y propiedades geométricas efectivas

Para una tensión Máxima = Fy :



f ₁	=	2250	kg/cm ²	Tensión de compresión máxima en el alma
f ₂	=	-2250	kg/cm ²	Tensión de tracción máxima en el alma
f ₃	=	2250	kg/cm ²	Tensión de compresión máxima en el labio

Perfil a flexión simple Mx

LABIO RIGIDIZANTE						
w	t	f ₃	k	λ	ρ	b _e
15.00	2.50	2325	0.43	0.33	1.00	15.00

ALA SUPERIOR												
w	t	f	w/t	S	la	ls	R ^l	n	k	λ	ρ	b _e
50.00	2.50	2400	20	37	151	703	1.00	0.45	3.25	0.40	1.00	50.0

ALMA											
w	t	f ₁	f ₂	ψ	k	λ	ρ	b _e	b _{e1}	b _{e2}	b _e
150.00	2.50	2250	-2250	1.00	24.00	0.43	1.00	150.00	37.5	75.0	150.0

Como todos los elementos son efectivos. La sección completa es efectiva.

Momento de inercia baricéntrico
Módulo resistente a flexión
Módulo resistente de la sección efectiva para M_c
Módulo elástico de la sección sin reducir

$J_{xe} = 295.0 \text{ cm}^4$
 $S_{xe} = 36.9 \text{ cm}^3$
 $S_c = 36.9 \text{ cm}^3$
 $S_f = 36.9 \text{ cm}^3$

Resistencia nominal de la sección a flexión

$$\phi_b = 0.90$$

$$M_n = S_e \times F_y = 885.0 \text{ kgm}$$

$$\phi_b \times M_n = 796.5 \text{ kg m}$$

Resistencia al pandeo lateral

Momento que provoca la fluencia inicial en la fibra comprimida extrema

$$M_y = 885.0 \text{ kg m}$$

Momento elástico crítico

$$M_e = C_b \times r_o \times A \times \sqrt{\sigma_{ey} \times \sigma_t} = 800.1 \text{ kg m}$$

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 \times E}{(K_x \times L_x / r_x)^2} = 2536.58 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 \times E}{(K_y \times L_y / r_y)^2} = 1273.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_b = 1.00 \text{ (valor conservador)} \quad \sigma_t = \frac{1}{A \times r_o^2} \left(G \times J + \frac{\pi^2 \times E \times C_w}{(K \times L)^2} \right) = 1364.9 \text{ kg/cm}^2$$

Momento crítico

$$M_c = 681.2 \text{ kg m}$$

Momento Nominal:

$$M_n = \min (S_c \times M_c / S_f, F_e \times F_y) =$$

$$681.2 \text{ kg m}$$

VERIFICACIÓN APOYO MÁXIMO

COMBINACIÓN	$M_{xAp\text{m}\acute{a}x}$	M_{nx}	$M_x / \phi M_{nx}$	chk
	[kg m]	[kg m]		
1.4 x D	-78.0	681.2	0.13	OK
1.2 x D + 1.6 x Lr	-245.6	681.2	0.40	OK
1.2 x D + 1.6 x W_1 + 0.2 x Lr	-89.2	681.2	0.15	OK
0.9 x D + 1.6 x W_1	-50.1	681.2	0.08	OK
1.2 x D + 1.6 x W_2 + 0.2 x Lr	443.3	681.2	0.72	OK
0.9 x D + 1.6 x W_2	482.4	681.2	0.79	OK
Montaje = 1.4 (P+D)	-172.8	681.2	0.28	OK

VERIFICACIÓN TRAMO MÁXIMO

COMBINACIÓN	$M_{xTrm\text{m}\acute{a}x}$	M_{nx}	$M_x / \phi M_{nx}$	chk
	[kg m]	[kg m]		
1.4 x D	43.8	681.2	0.07	OK
1.2 x D + 1.6 x Lr	137.9	681.2	0.22	OK
1.2 x D + 1.6 x W_1 + 0.2 x Lr	50.1	681.2	0.08	OK
0.9 x D + 1.6 x W_1	28.1	681.2	0.05	OK
1.2 x D + 1.6 x W_2 + 0.2 x Lr	-248.9	681.2	0.41	OK
0.9 x D + 1.6 x W_2	-270.8	681.2	0.44	OK
Montaje = 1.4 (P+D)	97.0	681.2	0.16	OK

Verificación al Corte

$$\phi_v = 0.95$$

$$k_v = 5.34 \quad (\text{Alma no Rigidizada})$$

$$h/t = 60 \quad F_v = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi_v V_n = A_w \times F_v \times \phi_v = 5130 \text{ kg}$$

COMBINACIÓN	Q_u	$Q_x / \phi_v V_n$	$(Q_x / \phi_v V_n)^2 + (M_x / \phi_b M_n)^2$	chk
	[kg]			
1.4 x D	172.4	0.03	0.02	OK
1.2 x D + 1.6 x Lr	223.3	0.04	0.16	OK
1.2 x D + 1.6 x W_1 + 0.2 x Lr	81.1	0.02	0.02	OK
0.9 x D + 1.6 x W_1	45.6	0.01	0.01	OK
1.2 x D + 1.6 x W_2 + 0.2 x Lr	-403.0	0.08	0.53	OK
0.9 x D + 1.6 x W_2	-438.5	0.09	0.63	OK
Montaje = 1.4 (P+D)	165.7	0.03	0.08	OK

Verificación a Deformación

Flecha Admisible

$$f_{adm} = L/200 = 27.5 \text{ mm}$$

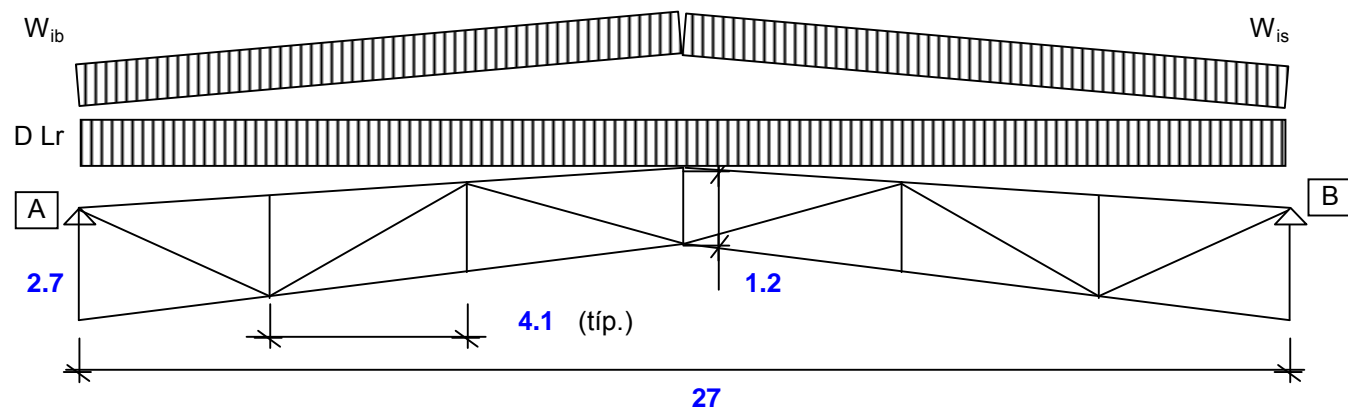
Flecha Máxima

$$f_{m\acute{a}x} = 6.16 \text{ mm}$$

VERIFICA

4.1.3. Cubierta Principal

Esquemático



Cargas Actuales

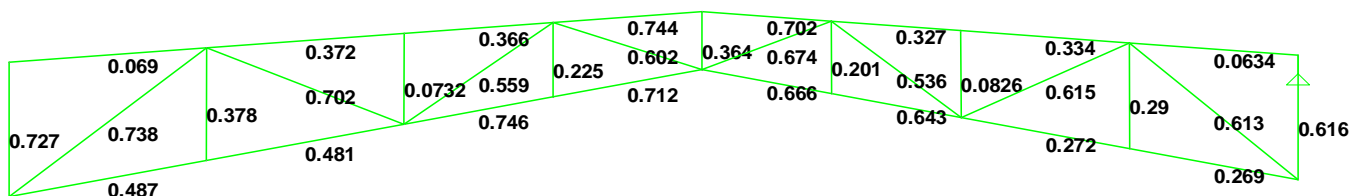
D_1	=	14.96	kg/m ²	Carga permanente de Cubierta
D_2				Peso propio elementos transversales (calculados en forma automática)
L_r	=	30.00	kg/m ²	Sobrecarga de Cubierta
W_{1b}	=	-81	kg/m ²	Viento 1 - barlovento
W_{1s}	=	-81	kg/m ²	Viento 1 - Sotavento
W_{2b}	=	-32	kg/m ²	Viento 2 - barlovento
W_{2s}	=	-32	kg/m ²	Viento 2 - Sotavento
W_{3b}	=	-88	kg/m ²	Viento 2 - barlovento
W_{3s}	=	-81	kg/m ²	Viento 2 - Sotavento
W_{4b}	=	-32	kg/m ²	Viento 2 - barlovento
W_{4s}	=	-32	kg/m ²	Viento 2 - Sotavento

Separación entre Cabriadas **5.50** m

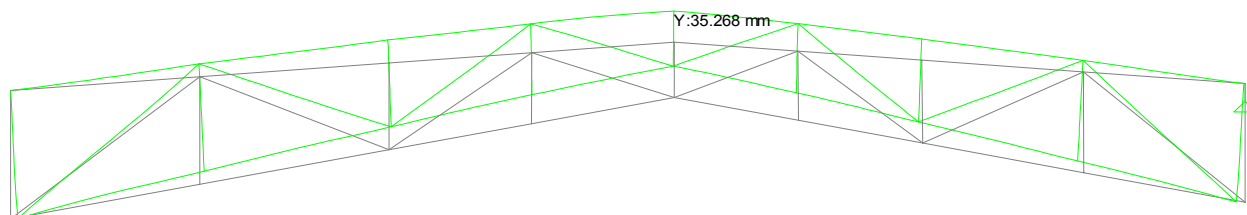
Secciones Consideradas

Diagonales	Tubo T-114.3 - e=3.20mm / T-139.7 - e= 3.20mm (extremo)
Montantes	Tubo T-76.2 - e=3.20mm / T-114.3 - e=3.2mm (extremo)
Cordones	Tubo T-168.3 - e=6.35mm

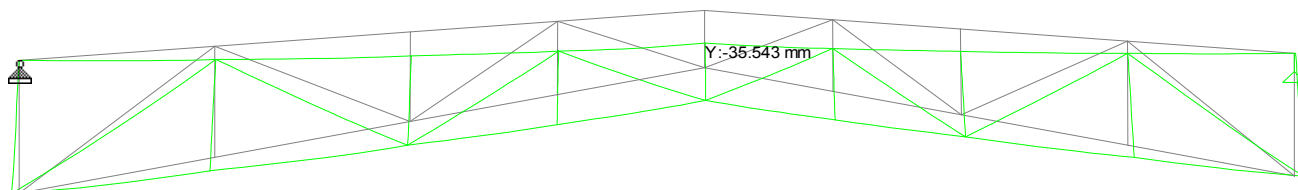
Verificación de Secciones



Desplazamientos



COMB: D+W3



COMB: D+Lr

Verificación a Deformación

Flecha Admisible

$$f_{adm} = L/300 = 90 \text{ mm}$$

Flecha Máxima (Correspondiente al Extremo Oeste)

$$f_{m\acute{a}x} = 35.50 \text{ mm}$$

⇒ **VERIFICA**

5.- UNIONES PRINCIPALES

5.1. Verificación de Nudos

Tabla 9.4.2. Resistencias de diseño axiales de nudo – uniones planas entre tubos circulares

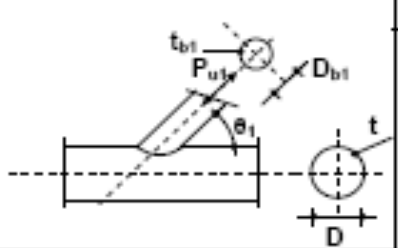
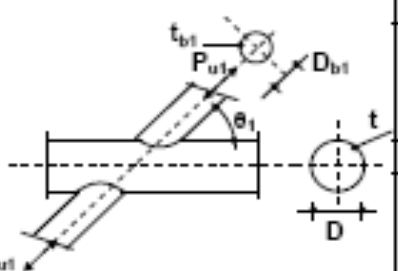
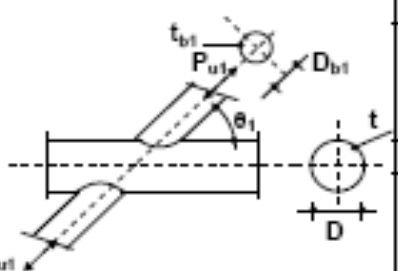
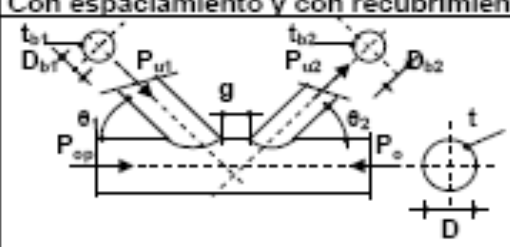
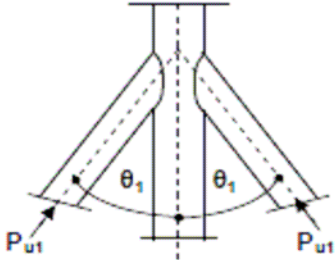
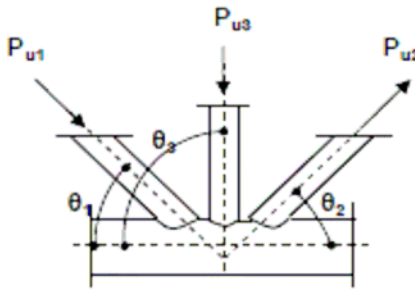
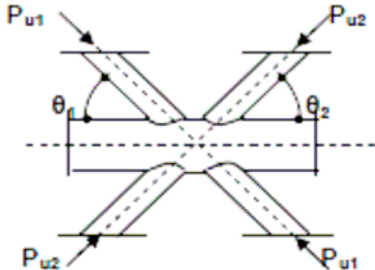
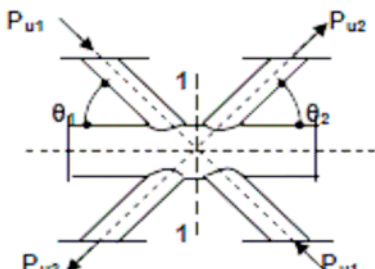
Tipo de nudo	Resistencia de diseño axial ($P_{dni} = \phi P_{nni}$) ($i = 1 \text{ ó } 2$) (Estado límite)
Nudos en T e Y	
	Plastificación del cordón
	$P_{dni} = \frac{F_{yo} t^2 (10)^{-1}}{\text{sen } \theta_1} (2,66 + 13,49 \beta^2) \gamma^{0,2} k_p$ <p>expresión (9.4.4)</p>
Nudo en X	
	Plastificación del cordón
	$P_{dni} = \frac{F_{yo} t^2 (10)^{-1}}{\text{sen } \theta_1} \left[\frac{4,94}{1 - 0,81 \beta} \right] k_p$ <p>expresión (9.4.5)</p>
	Colapso general
	$P_{dni} = \frac{F_{yo} t^2 (10)^{-1}}{\text{sen } \theta_1} (1,52 + 5,76 \beta) Q_\gamma Q_\beta$ <p>expresión (9.4.6)</p>
Nudos en K y N	
Con espaciamento y con recubrimiento	
	Plastificación del cordón
	$P_{dni} = \frac{F_{yo} t^2 (10)^{-1}}{\text{sen } \theta_1} (1,71 + 9,69 \frac{D_{b1}}{D}) k_g k_p \quad (1)$ <p>expresión (9.4.7)</p>
	$P_{dni} = \frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} P_{dni} \text{ ó expresión (9.4.7) para barra 2}$ <p>expresión (9.4.8)</p>
Nudos en T, Y, X	
Nudos con espaciamento en K, N, KT	
Con $D_{bi} \leq D - 2 t$	
Punzonamiento por esfuerzo cortante	
$P_{dni} = 0,57 F_{yo} t (10)^{-1} \pi D_{bi} \left[\frac{1 + \text{sen } \theta_i}{2 \text{sen}^2 \theta_i} \right]$ <p>expresión (9.4.9)</p>	
Funciones	
$k_p = 1,0$ para f_{op} tracción ($n_p \leq 0$) $k_p = 1 - 0,3 n_p (1 + n_p)$ para f_{op} compresión ($n_p > 0$) expresión (9.4.10)	$k_g = \gamma^{0,2} \left[1 + \frac{0,024 \gamma^{1,2}}{e^{(0,6 g / t - 1,33)} + 1} \right]$ expresión (9.4.11) (En nudos con recubrimiento tomar $g = -q$)
$Q_\beta = 1$ Para $\beta \leq 0,6$ $Q_\beta = \frac{0,3}{\beta (1 - 0,833 \beta)}$ Para $\beta > 0,6$ expresión (9.4.12)	$Q_\gamma = 1,0$ para f_{op} tracción ($n_p \leq 0$) $Q_\gamma = 1 - 0,03 \gamma n_p^2$ para f_{op} compresión ($n_p > 0$)
(1) Para nudos con recubrimiento sustituir (D_{b1}/D) por $(D_{b1} + D_{b2} / 2 D)$	

Tabla 9.4.3. Resistencias de diseño axiales de nudo para tipos particulares de nudos planos. Uniones entre tubos circulares

Tipo de nudo	Verificación de la Resistencia de Nudo
	$P_{u1} \leq P_{dn1}$ $P_{dn1} \text{ obtenido para el Nudo } X$ <p>expresión (9.4.13)</p>
	$P_{u1} \text{ sen } \theta_1 + P_{u3} \text{ sen } \theta_3 \leq P_{dn1} \text{ sen } \theta_1$ $P_{dn1} \text{ de nudo en } K$ <p>expresión (9.4.14.)</p> $P_{u2} \text{ sen } \theta_2 \leq P_{dn1} \text{ sen } \theta_1$ <p>expresión (9.4.15)</p> <p>Sustituir $\frac{D_{b1}}{D}$ por $\frac{D_{b1} + D_{b2} + D_{b3}}{3 D}$ en la expresión (9.4.7) del nudo en K</p>
	$P_{u1} \text{ sen } \theta_1 + P_{u2} \text{ sen } \theta_2 \leq \text{Máx}(P_{dn1} \text{ sen } \theta_1; P_{dn2} \text{ sen } \theta_2)$ $P_{dn1} \text{ y } P_{dn2} \text{ de nudo en } X$ <p>expresión (9.4.16)</p>
	$P_{u1} \leq P_{dn1} \text{ con } P_{dn1} \text{ de nudo en } K$ $P_{u2} \leq P_{dn2} \text{ con } P_{dn2} \text{ de Nudo en } K$ <p>expresión (9.4.17)</p> <p>Se deberá verificar en la sección 1-1 del cordón la resistencia plástica a corte (solamente en nudos con espaciamento)</p>

Nudos T o Y

Dbi	=	76.2	mm	diámetro de perfil diagonal / montante
ti	=	3.20	mm	espesor de perfil diagonal / montante
D	=	168.3	mm	diámetro de perfil de cordón
t	=	6.35	mm	espesor de perfil de cordón
β	=	0.5		relación Dbi / D
γ	=	13.3		relación D / 2*t
$\varphi 1$	=	86.0	deg	grados entre cordón y barra de alma 1
$\varphi 2$	=	---	deg	grados entre cordón y barra de alma 2
Ag0	=	32.3	cm2	área del cordón
S0	=	126.1	cm3	Módulo resistente elástico del cordón
Fy0	=	240.0	Mpa	tensión de fluencia del cordón
q	=	---	mm	espaciamiento negativo, dist.entre bordes adyacentes
p	=	---	mm	proyección de la barra de ala que recubre sobre cordón
e	=	0.0	mm	excentricidad del nudo
g	=	---	mm	espaciamiento positivo

Esfuerzos

P0p	=	398.0	kN	fop	=	128.7	Mpa
P0	=	398.0	kN	np	=	0.5	
M0	=	0.7	Kn*m	kp	=	0.8	
P1	=	42.9	kN				
P2	=	---	kN				
Pdn1	=	$\emptyset * Pnn$	=	66.4	kN		
ratio	=	0.6		OK			

Nudos KT Nudos con recubrimiento

Db1	=	139.7	mm	diámetro de perfil diagonal / montante
Db2	=	114.3	mm	diámetro de perfil diagonal / montante
Db3	=	76.2	mm	diámetro de perfil diagonal / montante
t1	=	3.20	mm	espesor de perfil diagonal / montante
t2	=	3.20	mm	espesor de perfil diagonal / montante
t3	=	3.20	mm	espesor de perfil diagonal / montante
D	=	168.3	mm	diámetro de perfil de cordón
t	=	6.35	mm	espesor de perfil de cordón
β	=	0.7		relación (Db1+Db2+Db3) / 3*D
γ	=	13.3		relación D / 2*t
$\emptyset 1$	=	33.0	deg	grados entre cordón y barra de alma 1
$\emptyset 2$	=	25.0	deg	grados entre cordón y barra de alma 2
$\emptyset 3$	=	101.0	deg	grados entre cordón y barra de alma 3
Ag0	=	32.3	cm ²	área del cordón
S0	=	126.1	cm ³	módulo resistente elástico del cordón
Fy0	=	240.0	Mpa	tensión de fluencia del cordón
q	=	0.0	mm	espaciamiento negativo, dist.entre bordes adyacentes
p	=	256.5	mm	proyección de la barra de ala que recubre sobre cordón
e	=	0.0	mm	excentricidad del nudo
g	=	70.0	mm	espaciamiento pos. o en caso de haber recubrimiento se toma -q

Esfuerzos

P0	=	-112.0	kN	Esfuerzo axil último del cordón lado izquierdo
P0	=	-310.0	kN	Esfuerzo axil último del cordón lado derecho
M0	=	7.60	Kn*m	
P1	=	-123.0	kN	
P2	=	104.0	kN	
P3	=	0.0	kN	

Pdn1

fop	=	25.6	Mpa	
np	=	0.1		
kp1	=	1.0		
kg	=	1.7		
Pdn1	=	$\emptyset * Pnn$		
		233.1	kN	
ratio	=	0.5	OK	

6.- REACCIONES y ANCLAJES

6.1. Reacciones

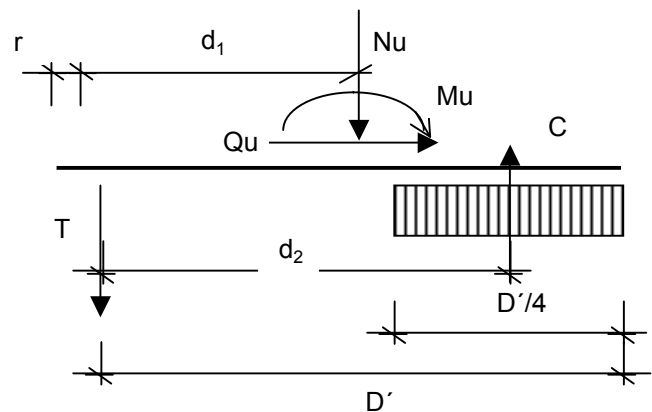
Reacción en Viga Hormigón

Load	Rv	Rx	Rz
	kg	kg	kg
Máxima Reacción	-8272	358	0
Mínima Reacción	5906	118	0

6.2. Anclajes en Estructura de Hormigón

Esquema estático simplificado

a_p	=	340	mm	Largo Placa
b_p	=	340	mm	Ancho Placa
r	=	90	mm	
d_1	=	80	mm	
D'	=	210	mm	
d_2	=	183.75	mm	



Verificación del Hormigón

Reacción vertical	Rv (Qu)	=	8272	kg
Excentricidad	Exc	=	130	mm
Momento	Mu	=	1075	kg*m
Esfuerzo de Compresión	Nu	=	5852	kg
			33	kg /cm2

Verificación de la placa

Espesor placa	t	=	15.875	mm
Altura de placa	Z ch	=	0.00006	m3/m
Módulo Plástico	Fy	=	240	Mpa
	ϕb	=	0.9	
	$\phi * MP$	=	1.36	ton*m/m
	Mu	=	1.33	ton*m/m
	ratio	=	0.98	
			/	0.305 ton*m/m

VIADUCTO FFCC BELGRANO SUR
ESTACIÓN BUENOS AIRES - CUBIERTA METÁLICA
MEMORIA DE CÁLCULO

Preparo : F.O
Fecha : 01/09/2016
Reviso : R.P.

Verificación del Anclaje

Pernos de anclaje	cant p	=	16		cant. T	=	8
brazo horizontal	zh	=	80	mm			
brazo vertical	zv	=	183.75	mm			

Corte por perno	qp	=	517	kg
Tracción	tp	=	732	kg

Anclaje tipo HILI HIT HY 200

Diámetro	d	=	15.875	mm	
Profundidad	prof	=	143	mm	= 5.6 in
Tracción nominal última.	Tu	=	5860	kg	
Corte nominal última.	Qu	=	12610	kg	sobre hormigón de calidad H30

(Tabla 3- Manual Hilti)

Distancia entre anclajes	80	mm	=	3.1	in
Distancia a borde de hormigón	150	mm	=	5.9	in

Factores de reducción	ft AN	=	0.6		fq AV	=	0.54
(Tabla 14- Manual Hilti)	ft RN	=	0.33		fq RV	=	0.27

Corte reducido	Ta.r	=	1160	kg	sobre hormigón de calidad H30
Tracción reducida	Qa.r	=	1839	kg	

Ratios	rt	=	0.63	ratio combinado	=	0.91 < 1.2	OK
	rq	=	0.28				